



**Luís Gabriel Lemos
Breda**

Melhoria contínua aplicada à manutenção industrial



**Luís Gabriel Lemos
Breda**

Melhoria contínua aplicada à manutenção industrial

Relatório de Projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Ana Maria Pinto de Moura, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Bernardo Sobrinho Simões de Almada Lobo
Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Professora Doutora Ana Maria Pinto de Moura
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Depois de um longo percurso académico, chegou o momento de agradecer a quem me apoiou nos maus momentos e que esteve sempre comigo desde o início.

Agradeço à minha orientadora de estágio, a Professora Doutora Ana Moura, pela paciência e tempo disponibilizado.

Ao meu colega de estágio Pedro Gomes, pelo apoio e amizade que construímos ao longo do estágio.

Ao Engenheiro Edgar Faria, pelo conhecimento transmitido.

À Saint-Gobain Mondego em geral, pela oportunidade e disponibilidade com que me recebeu ao longo do estágio.

À minha irmã Diana pelo seu apoio e pelos conselhos que me deu.

À Ana Ferreira pelo seu apoio, dedicação, amor e coragem que me transmitiu ao longo dos últimos anos.

Aos meus pais, pela importância fundamental na minha vida e por tudo o que fizeram por mim. Os vossos conselhos, a vossa orientação e o vosso exemplo fazem de mim aquilo que sou hoje. Sem vocês não teria chegado onde cheguei. Vocês são o meu orgulho.

palavras-chave

Gestão da manutenção, Melhoria Contínua, Ciclo PDCA, *Kaizen*, Metodologias de Melhoria Contínua, Ferramentas da Qualidade

resumo

A melhoria contínua há muito que é percepcionada como uma das formas mais eficazes para melhorar o desempenho e a qualidade das organizações, não se podendo ignorar a sua importância na antecipação dos cenários de mudança. Este projecto avalia a implementação da melhoria contínua nos processos de manutenção aplicada à gestão da manutenção na Saint-Gobain Mondego, em âmbito de estágio curricular pela Universidade de Aveiro.

A gestão do processo de manutenção fornece um contributo significativo para o aumento da competitividade das organizações, quer ao nível dos custos quer ao nível da imagem e excelência da organização.

A metodologia utilizada foi o Ciclo PDCA, através de ferramentas de análise e de melhoria contínua, que foram formatadas e adaptadas de acordo com a realidade organizacional, através da recolha de dados, análise dos casos, implementação de acções e monitorização de todo o processo.

Os resultados permitiram retirar algumas conclusões, nomeadamente a nível comportamental, com a alteração dos comportamentos dos colaboradores.

keywords

Maintenance management, continuous improvement, PDCA cycle, *kaizen*, continuous improvement methodologies, quality tools

abstract

Continuous improvement is perceived as one of the most effective ways to improve the performance and quality of the organizations, and its importance in the anticipation of the scenario change cannot be ignored.

This report analyses the implementation of the continuous improvement in the maintenance processes of a Project at Saint-Gobain Mondego, framed in curricular internship by Universidade de Aveiro.

The management of maintenance in Maintenance field may provide a meaningful contribution to attaining competitive edge, both in terms of costs and image and excellence of the organization.

The methodology used was the PDCA Cycle, through quality and continuous improvement tools, that were formed and adapted to organizational reality, through data collection, case analysis, action implementation and monitoring of the whole process.

The results allowed to draw some conclusions, including the level of change employees' behaviors.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento do estudo	2
1.2 Estrutura do relatório	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Gestão da Manutenção	5
2.1.1 Natureza e vantagem competitiva da gestão da manutenção	6
2.1.2 Perspectiva histórica da manutenção	8
2.2 Melhoria Contínua	9
2.2.1 Implementação da melhoria contínua	11
2.2.1 Ciclo PDCA (<i>Plan-Do-Check-Act</i>)	14
2.2.2 Equipas <i>Jishuken</i>	16
2.2.3 Diagrama de Ishikawa	17
2.2.4 5 Porquês	18
2.3 Melhoria contínua aplicada à gestão da manutenção	19
2.3.1 Da gestão da mudança à gestão da manutenção	20
2.3.2 <i>World Class Manufacturing</i> - Excelência Mundial	22
2.3.3 <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	23
3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	29
3.1 Apresentação do Grupo Saint-Gobain Mondego	29
3.2 Processo de produção do vidro de embalagem	30
4. APRESENTAÇÃO DO PROJECTO	33
4.1 Processo Actual	33
4.2 Introdução ao Projecto	34
4.3 Metodologia	35
4.4 <i>PLAN</i> - 1ª Etapa de implementação do Ciclo PDCA	36
4.4.1 <i>PLAN</i> - Oficina eléctrica e mecânica	36
4.4.2 <i>PLAN</i> - Recolha de dados das avarias da Produção	42

4.4.3 <i>PLAN</i> - Formação das equipas <i>Jishuken</i>	44
4.4.4 <i>PLAN</i> - Análise das causas usando o Diagrama de <i>Ishikawa</i>	47
4.4.4.1 <i>PLAN</i> - Análise das causas pela equipa <i>Jishuken</i> Paletizador	49
4.4.4.2 <i>PLAN</i> - Análise das causas pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio.....	52
4.4.4.3 <i>PLAN</i> - Análise das causas pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Quente	55
4.4.5 <i>PLAN</i> - Análise das causas usando ferramenta 5 <i>Porquês</i>	57
4.5 <i>DO</i> - 2ª Etapa de implementação do Ciclo PDCA	60
4.5.1 <i>DO</i> - Implementação das acções pela equipa <i>Jishuken</i> Paletizador	60
4.5.2 <i>DO</i> - Implementação das acções pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio	64
4.5.3 <i>DO</i> - Implementação das acções pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Quente	66
4.6 <i>CHECK</i> - 3ª Etapa de implementação do Ciclo PDCA	68
4.7 <i>ACT</i> - 4ª Etapa de implementação do Ciclo PDCA	70
5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	73
5.1 Ponto de partida	73
5.2 Registo de avarias nas oficinas	74
5.3 Análises de resultados das equipas <i>Jishuken</i>	76
5.3.1 Análise dos resultados da equipa <i>Jishuken</i> Paletizador - Origem da avaria.....	76
5.3.2 Análise dos resultados da equipa <i>Jishuken</i> Paletizador - Duração da avaria	77
5.3.3 Análise dos resultados da equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio - Origem da avaria	79
5.3.4 Análise dos resultados da equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio - Duração da avaria	80
5.3.5 Análise dos resultados da equipa <i>Jishuken</i> Vidro Quente - Origem da avaria	81
5.4 Análise global dos resultados das três equipas <i>Jishuken</i>	82
6. CONCLUSÃO	87
6.1 Limitações do estudo	89
6.2 Trabalho futuro	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Produtividade ao longo do tempo	11
Figura 2 - Ciclo PDCA	14
Figura 3 – Exemplo de diagrama de Ishikawa	17
Figura 4 - Caminho para a excelência.....	19
Figura 5 - Etapas da melhoria contínua	20
Figura 6 - Fábricas Saint-Gobain na Península Ibérica.....	29
Figura 7 - Saint-Gobain Mondego, SA.	30
Figura 8 - Máquinas de conformação da Saint-Gobain Mondego.....	31
Figura 9 - Arcas de recozimento Saint-Gobain Mondego	32
Figura 10 - Linha de inspecção e paletizadores da Saint-Gobain Mondego	32
Figura 11 - Oficina eléctrica da Saint-Gobain Mondego.....	33
Figura 12 - Cronograma de actividades das equipas.....	34
Figura 13 - Etapas do Ciclo PDCA	36
Figura 14 - Registo de avaria na Manutenção	38
Figura 15 - Lição de Um Ponto (LUP) para registo de avaria	38
Figura 16 - Base de dados da Produção	42
Figura 17 - <i>Jishuken Sheet</i> da equipa Paletizador	46
Figura 18 - Desdobramento das avarias no Paletizador 24-Dir. nos meses de Junho e Julho	46
Figura 19 - Desdobramento das avarias no Paletizador 24-Dir. nos meses de Junho e Julho	47
Figura 20 - Paletizador 24-Dir.....	49
Figura 21 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> : Motor de mesa do paletizador 24-Dir.....	50
Figura 22 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> : Tempo elevado de reparação do paletizador 24-Dir.....	51
Figura 23 - Máquina de inspecção Combi Esquerda da linha 11 com detector de garrafa em destaque	53
Figura 24 - Máquina IS da linha 1, com destaque para a roda de transferência	55
Figura 25 - Acções implementadas pela equipa <i>Jishuken</i> Paletizador	61
Figura 26 - Acção sugerida e implementada pela equipa <i>Jishuken</i> Paletizador.....	62
Figura 27 - Plano de manutenção do fabricante	63
Figura 28 - Acções implementadas pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio	68
Figura 29 - Exemplos de Lição de Um Ponto (<i>LUP</i>) elaborados para limpeza e manutenção da roda de transferência.....	70

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Problemas relacionados com a indústria	26
Quadro 2 - Registo de avarias Manutenção Eléctrica	40
Quadro 3 - Eficiência do registo do componente e do modo de falha dos colaboradores da oficina eléctrica	41
Quadro 4 - Análise 5 Porquês do tempo elevado de reparação do motor do paletizador 24-Dir. 59	
Quadro 5 - Acções implementadas pela equipa <i>Jishuken</i> Paletizador	61
Quadro 6 - Acções implementadas pela equipa <i>Jishuken</i> Paletizador	63
Quadro 7 - Acções implementadas pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio.....	65
Quadro 8 - Acções implementadas pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio.....	66
Quadro 9 - Acções implementadas pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Quente	67
Quadro 10 - Sucesso das etapas ao longo do projecto	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Eficiência do registo do componente e do modo de falha dos colaboradores da oficina eléctrica em Junho 2010	41
Gráfico 2 - Avarias em minutos registados pela oficina eléctrica em Junho 2010.....	42
Gráfico 3 - Perda de produção por avarias nos meses de Junho e Julho em minutos	43
Gráfico 4 - Número de registos de avarias nos meses de Junho e Julho pela Produção	44
Gráfico 5 - Comparação entre as influências entre a origem da avaria do motor (esquerda) e o tempo elevado de reparação (direita) da mesa do paletizador 24-Dir.	52
Gráfico 6 - Comparação entre as influências das causas na origem da avaria (esquerda) e do rolamento do carro horizontal da Combi (direita)	54
Gráfico 7 - Influências de cada causa na origem da avaria do dedo da roda de transferência	56
Gráfico 8 - Perda de produção em minutos por tipo de avaria ao longo das três fases do processo	68
Gráfico 9 - Qualidade dos registos das avarias pelos colaboradores da Oficina Eléctrica.....	74
Gráfico 10 - Qualidade dos registos das avarias pelos colaboradores da Oficina de Máquinas e Moldes	75
Gráfico 11 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa <i>Jishuken</i> Paletizadores para a origem da avaria do motor de mesa do Paletizador 24-Dir.	76
Gráfico 12 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa <i>Jishuken</i> Paletizadores para a duração de reparação da avaria do motor de mesa do Paletizador 24-Dir.	78
Gráfico 13 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio para a origem da avaria do rolamento do carro horizontal Combi danificado	79
Gráfico 14 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio para a duração da reparação da avaria do rolamento do carro horizontal Combi danificado	80
Gráfico 15 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa <i>Jishuken</i> Vidro Frio para a duração da reparação da avaria do rolamento danificado do carro horizontal Combi	81
Gráfico 16 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pelas três equipas <i>Jishuken</i>	83
Gráfico 17 - Cumprimento das acções programadas pelas três equipas <i>Jishuken</i>	83
Gráfico 18 - Sucesso da implementação das acções	84

1. INTRODUÇÃO

Actualmente na economia global, o sucesso das organizações depende da sua capacidade e rapidez de se adaptar e implementar metodologias de melhoria contínua no seu processo. Como resultado, as organizações procuram incessantemente novas ferramentas de gestão, que as orientem para uma maior competitividade através da qualidade e produtividade de seus produtos, processos e serviços.

A necessidade de adaptação das organizações, de modo a tornarem-se mais competitivas, faz com que as funções básicas representadas pelos diversos departamentos da sua estrutura apresentem resultados excelentes na busca de status de excelência ou classe mundial.

Assim, a emergência de uma conjuntura industrial de globalização dos mercados provocou um estímulo na exigência por parte do consumidor, que com os múltiplos e inegáveis pontos benéficos, emergiu similarmente o efeito perverso relacionado com a multiplicação das alternativas. As entidades com ambições de competir e progredir no mercado têm forçosamente que garantir uma matriz de serviço altamente competitiva, traduzida na qualidade dos produtos ou serviços oferecidos, rapidez de resposta, cumprimento de prazos e aposta no elemento relacional com o cliente. Esta ascensão dos padrões de serviço eleva inevitavelmente os custos operacionais corporativos, pelo que o incremento eficaz dos indicadores resulta de uma avaliação e subsequente actuação nos campos identificados como nucleares, detentores de potencial de benefícios para a organização (Pinto, 2009a).

No âmbito industrial o investimento na manutenção, principalmente na manutenção preventiva, constitui de uma forma geral e o caso abordado não constitui excepção, uma proporção significativa da totalidade de custos suportados por uma empresa. Tomada a decisão de actuar sobre a raiz da problemática neste campo, é fundamental a concepção de políticas de manutenção para uma gestão optimizada e implementadas com recurso a ferramentas estratégicas.

O projecto é desenvolvido no campo da gestão da manutenção, enquadrado no âmbito de estágio curricular do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro. O estudo de caso é aplicado à Saint-Gobain Mondego, uma organização nacional cuja actividade consiste fundamentalmente na produção de embalagens de acondicionamento de vidro e associa-se ao esforço de melhoria contínua empreendido sobre a área da manutenção, particularmente na gestão preventiva.

1.1 Enquadramento do estudo

O projecto de estágio baseou-se no estudo e implementação de uma metodologia de melhoria contínua para redução do impacto das avarias na produção da Saint-Gobain Mondego. A metodologia utilizada foi o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) como principal processo para análise e implementação de medidas pela Manutenção para redução das avarias.

Com o aumento de exigência e competitividade do mercado nacional e internacional, é imprescindível a reformulação dos métodos de manutenção utilizados até à actualidade. Existe a necessidade de mudança para um processo inovador e de ruptura dentro da organização, que consiste na utilização de ferramentas como Diagrama de *Pareto*, Diagrama de *Ishikawa* e *5 Porquês* inseridas no ciclo PDCA.

Um requisito fundamental para garantir a utilidade prática de um trabalho desta natureza é o desenvolvimento de ferramentas e acções efectivamente viáveis. O projecto tem a expectativa de fornecer uma importante contribuição para o aumento dos padrões de serviço da empresa, mantendo ou reduzindo os custos de manutenção através da diminuição dos custos de reparação e manutenção correctiva e perdas de produção por avarias. A Saint-Gobain Mondego não possui uma lógica de manutenção integrada entre a produção e a manutenção, o que não contribui para os objectivos corporativos aqui apresentados. Tendo em conta o exposto, fica patente que o potencial de melhoria em termos de satisfação da organização e redução de custos de manutenção, toma proporções não negligenciáveis para a manutenção e possível incremento da competitividade da organização.

Como objectivos do projecto foram definidos os seguintes:

1. Implementar uma metodologia de Melhoria Contínua (Ciclo PDCA) na Organização Saint-Gobain Mondego para diminuição do impacto das avarias na perda de produção da organização.
2. Analisar falhas e oportunidades de melhoria para servir de experiência na futura expansão e padronização da melhoria contínua, de forma a solucionar problemas com o comportamento correcto.

1.2 Estrutura do relatório

O relatório encontra-se dividido em seis capítulos:

No capítulo 1 é apresentada a justificação do tema e a sua pertinência na gestão da manutenção das organizações.

No capítulo 2 atribui-se um suporte teórico às disciplinas empregues, fundamentado por literatura afecta às mesmas e pelos conhecimentos adquiridos pelo autor durante o percurso académico. Inicialmente é abordado o conceito de Gestão da Manutenção, seguido das áreas técnicas e respectivas ferramentas da melhoria contínua, e por fim é realizada uma abordagem interligada entre estes dois conceitos.

No capítulo 3 é efectuada uma apresentação da organização e do seu processo de produção.

O capítulo 4 introduz os moldes sobre os quais se trilhou o caminho para o desenvolvimento das actividades do projecto, ilustrando a sequência da metodologia seleccionada e expondo os recursos e processos produtivos da empresa como complemento à decomposição e análise realizada sobre os métodos de gestão da manutenção em voga na organização.

No capítulo 5 é efectuada uma análise e discussão dos resultados obtidos ao longo do projecto.

No último capítulo refere-se ao balanço dos vários aspectos do trabalho desenvolvido, às limitações identificadas pelo autor, e à perspectiva pessoal do potencial de evolução em futuros trabalhos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gestão da Manutenção

As organizações vivem um período de agressivo dinamismo de mercado, caracterizado por constantes e progressivas mudanças sociais, culturais, políticas e económicas. Uma época em que a sociedade está mais consciente e participativa, mais exigente em termos de qualidade dos produtos e serviços adquiridos ou contratados e mais consciente da responsabilidade ambiental na utilização de certos produtos e serviços (Pinto, 2009a). Numa economia global e com mercados cada vez mais ferozes, o sucesso de uma organização depende da capacidade e rapidez para inovar e efectuar melhorias contínuas (Otani *et al.*, 2008).

Para as organizações se tornarem mais competitivas, é necessário que as operações básicas representadas pelos diversos departamentos da sua estrutura apresentem resultados na procura da excelência ou classe mundial (Mirshikawa, 1993).

Segundo Cunha *et al.* (2000), a globalização da economia mundial leva a um aumento constante na competitividade organizacional. Portanto, a utilização de sistemas de gestão eficientes que possam potencializar a utilização dos recursos nos processos produtivos traduz-se como uma condição obrigatória para a performance organizacional.

A Gestão da Manutenção pode definir-se como o conjunto das acções destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certo, de forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global optimizado (Cabral, 2006).

Por outro lado, Stevenson (2005) afirma que a manutenção engloba todas as actividades que estão relacionadas com a manutenção do equipamento em bom estado

e com as actividades de reparação quando as avarias acontecem, para que o sistema aja como esperado.

De acordo com a Norma Europeia (2001), a manutenção é a combinação de todas as acções técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida, entendendo-se por bem, qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente.

A manutenção é assim a realização de reparações e recondiçionamentos necessários para compensar a deterioração e os desgastes provocados pelo movimento relativo das peças, pela oxidação ou perda de função dos equipamentos, materiais ou seus elementos protectores e pela tomada de decisões relativas aos necessários investimentos, seja para a sua reabilitação seja pela sua condenação ou substituição por novo. A boa manutenção consiste em assegurar todas estas operações a um custo global optimizado (Souris, 1992).

2.1.1 Natureza e vantagem competitiva da gestão da manutenção

Segundo Cabral (2006) existem vários tipos de manutenção:

- A manutenção correctiva é a manutenção efectuada depois da detecção de uma avaria e destinada a repor o bem num estado em que possa realizar uma função requerida;
- A manutenção preventiva é a manutenção efectuada a intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem. Esta é sob o ponto de vista da gestão, o objectivo da política de manutenção;
- A manutenção sistemática é a manutenção preventiva executada a intervalos pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de funcionamento, sem controlo prévio do estado do bem;
- A manutenção condicionada é a manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as acções daí decorrentes.

Os objectivos da manutenção industrial têm que ser ligados aos objectivos globais da organização, já que a manutenção afecta a rentabilidade do processo produtivo por via tanto da sua influência no volume e na qualidade de produção como do seu custo. Por um lado, melhora o desempenho e a disponibilidade do equipamento e por outro, acresce aos custos de funcionamento. O segredo está em encontrar o ponto de equilíbrio entre o benefício e custo que maximize o contributo positivo da manutenção para a rentabilidade geral da empresa (Suzaki, 2010).

O conjunto das acções destinadas a encontrar e a situar o nível da manutenção neste ponto de equilíbrio constitui a gestão da manutenção (Cabral, 2006). Uma boa gestão da manutenção cria um conjunto de expectativas que podem e devem ser utilizadas em dois sentidos: primeiro, para convencer o nível superior de gestão da empresa a investir na manutenção; segundo, para ajudar a estabelecer metas e objectivos práticos em resultado do esforço na manutenção:

1. Menores custos directos devido à maior produtividade do trabalho planeado e ao menor custo em evitar avarias em vez de repará-las;
2. Menor *stock* em peças de reserva onde se procura ter-se só aquilo de que se vai necessitar e encomendar quando necessário;
3. Economia de energia resultante do melhor rendimento dos equipamentos;
4. Enriquecimento da empresa através do conhecimento acumulado ao longo dos anos;
5. Intangíveis devido a menores quebras de produção, na qualidade, nos prazos de entrega, entre outros.

Assim, a manutenção é um factor indissociável da qualidade cujo controlo se situa cada vez mais, a montante do produto final, isto é, ao nível do equipamento que o produz (Otani *et al.*, 2008).

A prevenção das avarias consegue-se com o recurso a qualquer um dos tipos de manutenção, sistemática ou condicionada. A diferença entre estes dois tipos de manutenção é que a sistemática é feita em intervalos de tempo regulares sem controlo prévio do estado do bem e a condicionada é feita baseada na vigilância do funcionamento do bem e dos parâmetros significativos desse funcionamento (Cortois *et al.*, 2007).

O conceito de avaria é associado à paragem ou inoperacionalidade do equipamento. Segundo a Norma Europeia (2001), a avaria é a cessação da aptidão de um bem para

cumprir a função requerida. Na óptica da manutenção, o conceito de avaria envolve não só a inoperacionalidade do equipamento como também, o seu mau funcionamento, entendido como rendimento abaixo do normal, produção defeituosa, sintomas anormais, entre outros.

Noutra perspectiva, a avaria exprime um acontecimento que conduz a um estado, o estado avariado definido como o estado de um bem inapto para cumprir uma função requerida, excluindo a inaptidão devida à realização de manutenção preventiva ou outras acções programadas, ou devido à falta de recursos externos (Moubray, 1996). A importância de uma avaria é determinada não tanto pelas suas próprias características mas mais, pelas suas consequências no contexto onde o objecto avariado se encontra.

2.1.2 Perspectiva histórica da manutenção

A história da manutenção acompanha o desenvolvimento técnico e industrial da humanidade (Otani *et al.*, 2008). No final do século XIX, com a mecanização das indústrias, surgiu a necessidade das primeiras reparações. Até 1914, a manutenção tinha uma importância secundária e era executada pelo mesmo trabalhador que efectuava a operação. Com a Primeira Guerra Mundial, a implantação da produção em série, instituída por Ford, as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e em consequência, sentiram necessidade de criar equipas que pudessem efectuar reparações nas máquinas de produção no menor tempo possível. Assim surgiu um novo processo subordinado à operação, cujo objectivo básico era de manutenção, hoje conhecida como manutenção correctiva. Esta situação manteve-se até a década de 30, quando, e devido essencialmente à Segunda Guerra Mundial e da necessidade de aumento de rapidez de produção, a alta administração industrial passou a preocupar-se não só em corrigir falhas, mas em evitar que elas ocorressem. O pessoal técnico da manutenção passou a desenvolver o processo de prevenção de avarias que juntamente com a correcção, completavam o quadro geral de manutenção formando uma estrutura tão importante quanto a da produção (Tavares, 1998).

Por volta de 1950, com o desenvolvimento da indústria para atender aos esforços pós-guerra, a evolução da aviação comercial e da indústria electrónica, os gestores de manutenção observaram que em muitos casos, o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o despendido na execução do reparo assim seleccionaram

equipas de especialistas para formar um grupo de trabalho que se designou de Engenharia de Manutenção.

A partir de 1966, com a difusão dos computadores e o desenvolvimento dos instrumentos de protecção e medição, a engenharia de manutenção passou a desenvolver critérios de previsão de falhas, procurando a optimização da actuação das equipas de manutenção. Esses critérios conhecidos como manutenções preditivas ou preventivas, foram associados aos métodos de planeamento e controlo de manutenção automatizado, reduzindo os encargos burocráticos dos executantes de manutenção (Tavares, 1998).

No final do século XX, com as exigências de aumento da qualidade dos produtos e serviços pelos consumidores, a manutenção passou a ser um elemento importante no desempenho dos equipamentos em grau equivalente ao que já vinha sendo praticado na produção.

Actualmente e analisando as empresas líderes ou de sucesso, percebe-se que as organizações adoptam cada vez mais, técnicas preditivas e a prática da engenharia de manutenção (Otani *et al.*, 2008). Assim, a manutenção é considerada estratégica para as organizações, pois ela garante a disponibilidade dos equipamentos e instalações com grande confiança, segurança e dentro de custos adequados. De acordo com a tendência mundial, entender o tipo de manutenção adequada para cada organização é um factor de sucesso e garantia de optimização nos processos, ou seja, não apenas garantir a sobrevivência das organizações, mas possibilitar-lhes crescimento e expansão (Xavier, 2005).

2.2 Melhoria Contínua

O conceito de melhoria contínua há muito que é percepcionado como uma das formas mais eficazes para melhorar o desempenho e a qualidade das organizações. A melhoria contínua, encoraja essencialmente a pró-actividade das pessoas de forma a resolver problemas e desafios, nunca se coadunando com complacência e muito menos com o cruzar dos braços perante os problemas (Oakland, 1995).

Para que qualquer pessoa na organização adote hábitos de melhoria contínua, é primeiro necessário que tenha o conhecimento e perceba o porquê de fazer a melhoria contínua e o que fazer nesse sentido. É necessário que a pessoa tenha vontade de o fazer, pois um colaborador até poderá ter o conhecimento e dominar as práticas mas se não tiver motivação para o desenvolver, nada acontecerá. Finalmente, o colaborador deverá saber como fazer, isto é, ter as habilitações para que a melhoria contínua aconteça. Nenhuma destas componentes pode estar em falta quando se pretende fazer da melhoria contínua um hábito (Womack *et al.*, 2003).

A melhoria contínua, tal como muitas das abordagens de gestão, não é uma solução rápida, nem a implementar, nem a dar resultados. A melhoria contínua assenta numa evolução gradual, um pouco como se tratasse de uma bola de neve que aumenta em cada rotação efectuada (Oakland, 1995). Aos poucos, as melhorias surgem, dando tempo a todos para se ajustarem e aprenderem. Cada pequeno incremento dado no sentido de melhoria contínua é apoiado num ciclo de melhoria contínua, designado por ciclo PDCA. Este ciclo é repetido continuamente até que a perfeição seja alcançada (Pinto, 2009).

Na perspectiva do mesmo autor, para existir melhoria contínua é necessário existir mudança mas nunca é fácil. Normalmente, as empresas estão conscientes dos problemas e procuram arranjar formas criativas de os resolver, discutindo ideias, fazendo *brainstorming* entre eles. Tipicamente existe mais de que um problema, aumentando a complexidade das soluções, e possivelmente conduzindo à mentalidade de “se fizéssemos isto ou aquilo” e depois nada se faz. Todos têm boas ideias, no entanto, parece ser muito difícil implementá-las ou fazer ajustes após a implementação.

Avançar com um programa *Kaizen* numa organização é um passo importante. Este programa é uma forma mais eficiente e eficaz de implementar na empresa uma metodologia de melhoria contínua e sustentada. Quando todas as pessoas numa empresa estão comprometidas e dedicadas à política da empresa, aos padrões, à implementação e à formação o sucesso é alcançável (Cortois *et al.*, 2007).

A figura 1 representa aquilo que normalmente se designa por curva do medo e o impacto que este tem no desempenho da organização.

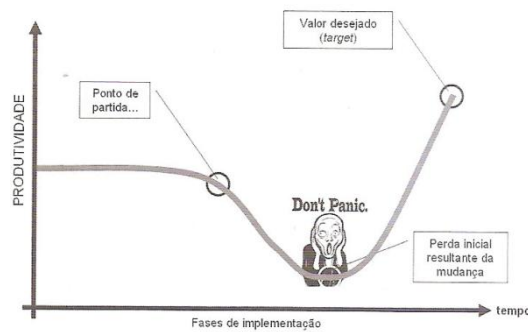


Figura 1 - Produtividade ao longo do tempo

Fonte: Adaptado de Pinto (2009)

É notório a perda associada à mudança, algo natural e previsível. Segundo Lopes *et al.* (2007), é necessário estar preparado para perder e ter a força suficiente para não entrar em pânico e segurar a corrente de mudança. Esta é uma fase crítica, em que todos aqueles que se abstiveram de ser envolvidos na mudança aparecem triunfantes e com a certeza de que ficar de fora foi a melhor opção, mas claramente que não é.

Os métodos *lean* só têm sucesso se todos os colaboradores da organização estiverem alinhados com os objectivos e estratégias da organização, e onde todos os colaboradores sejam ouvidos e tratados de forma justa nos desafios que enfrentam (Womack *et al.*, 2003).

2.2.1 Implementação da melhoria contínua

O actual contexto tecnológico, sociocultural e político é caracterizado por um mercado cada vez mais atento, forçando as organizações e pessoas a mudarem constantemente. Assim, devido a esta situação, as organizações modernas são obrigadas a apostar na mudança profunda, como um processo extensivo de aprendizagem, implicando visão, coragem e risco para responder com eficácia às necessidades dos colaboradores, consumidores e cidadãos, obrigando a organização a renovar competências e saberes (Lopes *et al.*, 2007).

Para implementar e gerir a mudança de forma eficaz, tendo em conta a cultura é indispensável seleccionar os componentes culturais adequados que facilitem o processo, desenvolver um plano de acção que determine recursos e prazos para cada

componente, avaliar o seu impacto e acompanhar os progressos comparando-os com os resultados (Oakland, 1995).

Para construir uma nova abordagem da qualidade numa perspectiva sustentável, assente no aperfeiçoamento e na melhoria contínua, e para que esta se instale e se mantenha no longo prazo, a organização precisa de desenvolver sistemas projectados para a mudança, onde a mudança profunda e a melhoria contínua alternem em função do colectivo. Nestas circunstâncias as organizações devem ter as seguintes características: uma estrutura de gestão flexível, uma cultura que suporte o compromisso para a melhoria, estilos de gestão mais consensuais e participativos e criação de círculos da qualidade e de melhoria contínua (Meyers *et al.*, 2002).

Segundo Lopes *et al.* (2007) a mudança deve ser conduzida por gestores e líderes com *empowerment* que apostem e desenvolvam os recursos humanos, a formação e a aprendizagem permanente devem ter um papel importante na criação e desenvolvimento de estratégias. A mudança contínua insere-se na concepção das organizações como sistemas sociais abertos centrados nos valores culturais, onde os grupos têm um papel fulcral na mudança e no desenvolvimento organizacional, através de acções que incluem análise e *feed-back* sistemático.

Segundo o mesmo autor, os problemas das organizações são cada vez mais complexos e diversificados e por isso a acção dinâmica dos grupos é essencial ao desenvolvimento da melhoria, permitindo criar uma cultura de excelência e um clima de confiança que facilita o desenvolvimento da qualidade e sua implementação e programação por toda a empresa, melhorando a comunicação, a divulgação e a troca de conhecimentos e experiências, pelo que os grupos são o caminho mais eficiente, rápido e barato para resolver os problemas e melhorar os processos. Para que os grupos continuem a melhorar, é necessário reconhecer o seu trabalho e que se sintam recompensados pelos seus resultados, sendo uma das formas o reconhecimento público de resultados, mostrando que os objectivos foram compreendidos, atingidos e aceites.

Os grupos que têm sucesso e continuam empenhados em aperfeiçoar a qualidade e em desenvolver um clima de melhoria, apostando nos valores da qualidade, do desenvolvimento sustentável e da excelência devem funcionar da seguinte forma:

- Serem conduzidos por um líder, com segundo uma estratégia correcta e mobilizadora;
- Terem uma metodologia própria;

- Serem suportadas por uma estrutura adequada;
- Serem criados por programas ou projectos que respeitem aspectos fundamentais.

Entre os programas ou projectos, temos o comprometimento da gestão, a existência de um plano piloto, a inclusão de voluntários e apresentação de um modelo para o grupo que é testado e se tiver êxito, é aprovado e implementado noutras áreas da organização. O modelo de Oakland (1995) permite uma aposta simultânea nos grupos que criam uma estrutura organizativa, nas ferramentas que criam uma nova cultura de controlo e nos sistemas técnico, político e social que dão as estruturas de apoio. Os programas de melhoria contínua podem envolver metodologias como o ciclo PDCA e ferramentas de qualidade como *5 Porquês*, *Diagrama de Ishikawa* e equipas *Jishuken*.

Muitas empresas, pequenas ou grandes, podem ter uma estratégia inteligente e uma visão inovadora, mas parecem nunca alcançar o patamar de excelência. Os seus líderes podem ser génios dos negócios, mas sem uma cultura adequada de execução, as ideias ficam no papel e as iniciativas dispersas. Uma empresa para ter sucesso, não precisa apenas de bons líderes, precisa também de pessoas que consigam transformar as ideias em acções concretas, que saibam motivar e liderar a equipa em direcção aos mesmos objectivos, e que consigam fazer avaliações objectivas da eficiência e realismo da estratégia que é implementada (Pinto, 2010).

A excelência empresarial é portanto, o resultado da integração de actividades em processos de negócio que permitam à organização melhorar continuamente os seus processos, produtos e serviços, que devem satisfazer os clientes actuais e atrair novos clientes (Pinto, 2009a).

A capacidade para atingir e sustentar a excelência empresarial, exige uma procura contínua pela melhoria na eficiência e na eficácia de todas as actividades e processos de negócio de uma empresa. Esta procura permanente da excelência gera uma dinâmica empresarial que permite manter a solidez do alicerce competitivo da organização, renovando-a continuamente (Lopes *et al.*, 2007).

2.2.1 Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*)

O ciclo PDCA é conhecido como o ciclo de melhoria contínua ou ciclo de Deming. A sua origem remonta aos anos 30 e deve-se a Walter Shewhart, no entanto, só a partir dos anos 50 com o W. E. Deming no Japão, é que o ciclo começa a ser popularizado. É uma metodologia que tem como função básica o auxílio no diagnóstico, análise e resolução de problemas organizacionais. Actualmente, poucas metodologias mostram-se tão eficazes no caminho para a melhoria contínua como este método, tendo em conta que ela conduz a acções sistemáticas que dinamizam a obtenção de bons resultados com a finalidade de garantir a sobrevivência e o crescimento das organizações (Quinquilo, 2002).

Esta metodologia é bastante simples e baseia-se numa sequência muito simples que serve de guia à melhoria contínua, à realização de mudanças ou mesmo à análise de situações. O ciclo está dividido em quatro partes “Planear-Fazer-Verificar-Agir” (*Plan-Do-Check-Act*), como está representado na figura 2 (Pinto, 2010).

O ciclo PDCA é a descrição da forma como as mudanças devem ser efectuadas numa organização. Não inclui apenas os passos do planeamento e implementação da mudança, mas também a verificação se as alterações produziram a melhoria desejada ou esperada, agindo de forma a ajustar, corrigir ou efectuar uma melhoria adicional com base no passo de verificação (Tachizawa *et al.*, 1997).

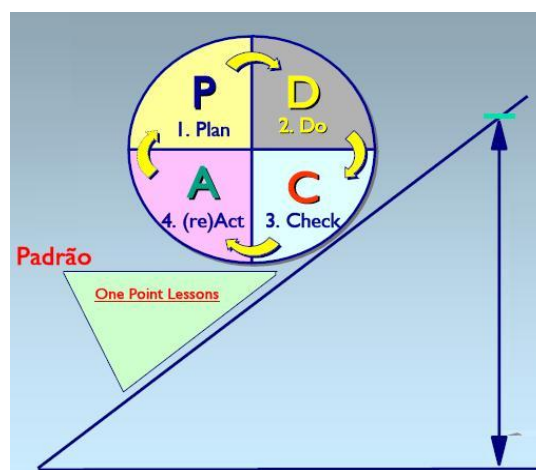


Figura 2 - Ciclo PDCA

Fonte: Adaptado de Solving Efeso (2009)

A simplicidade do PDCA é tão grande que a sua aplicação não requer nenhum grau académico ou conhecimento de alguma ciência ou tecnologia. É por isso mesmo um meio disponível para todos. Contudo segundo Pinto (2009), a aplicação prática é muito reduzida, devem ser muito poucas as pessoas que afirmam não conhecer este ciclo, mas são escassas aquelas que efectivamente a aplicam no seu dia-a-dia. A explicação estará na ausência de condições para tal na falta de método ou disciplina. Desde a sua concepção, o ciclo PDCA é apresentado sobre forma de um círculo com cada uma das quatro partes a ocupar um quarto de ciclo (Pinto, 2010).

Assim, o ciclo inclui as seguintes fases:

- **Primeira Fase: *Plan*** (Planear)

Esta fase é caracterizada pela implementação de um plano de acções e está dividida em duas etapas:

1. A primeira consiste em definir o que se quer, com a finalidade de planear o que será feito. Este planeamento envolve a definição de objectivos, estratégias e acções, os quais devem ser claramente quantificáveis (objectivos);
2. A segunda consiste em definir quais os métodos que serão utilizados para se atingir os objectivos traçados.

- **Segunda Fase: *Do*** (Executar)

Caracteriza-se pela execução do que foi planeado e, da mesma forma que a primeira fase, está dividida em duas etapas:

1. Consiste em capacitar a organização para que a implementação do que foi planeado possa ocorrer. Envolve portanto, aprendizagem individual e organizacional;
2. Consiste em implementar o que foi planeado.

- **Terceira Fase: *Check*** (Verificar)

Esta fase consiste em verificar, comparando os dados obtidos na execução com o que foi estabelecido no plano, com a finalidade de verificar se os resultados estão a ser atingidos conforme o que foi planeado. A diferença entre o desejável (planeado) e o resultado real alcançado constitui um problema a ser resolvido. Dessa forma, esta etapa

envolve a recolha de dados do processo e a comparação destes com os do padrão e a análise dos dados do processo fornece acções relevantes à próxima etapa.

- **Quarta Fase: *Action*** (Actuar)

Esta fase consiste em agir, ou melhor, fazer as correcções necessárias com o intuito de evitar que a repetição do problema venha a ocorrer. Podem ser acções correctivas ou de melhorias que tenham sido verificadas como necessárias na fase anterior. Envolve a procura por melhoria contínua até se atingir o padrão, sendo que essa procura da solução dos problemas, por sua vez, orienta para a necessidade de autonomia; o preenchimento das lacunas de conhecimento (Choo, 2003) necessário à solução do problema, permitindo a criação de novos conhecimentos e a nova padronização.

2.2.2 Equipas *Jishuken*

O conceito *Jishuken* de origem japonesa refere-se a autonomia. No contexto de melhoria contínua, o *Jishuken* remete-se a grupos autónomos de estudo, os quais são tidos como veículos para explorar os vários tipos de desperdício e o modo como estes afectam o sistema de operações (Shingo, 1981). A *Toyota Motor Corporation* define *Jishuken* como uma actividade de melhoria contínua (*Kaizen*) orientada pela gestão, onde os membros da gestão identificam áreas onde é necessário intervir e disseminam a informação através da organização para estimular as actividades *kaizen*. Por outras palavras, enquanto *kaizen* tipicamente envolve todos os colaboradores no *gemba*, *jishuken* requer a intervenção dos gestores para conduzir actividades práticas de *kaizen* ao nível da indústria. Isto ajuda os gestores a desenvolverem o sentido de propriedade das actividades de melhoria contínua e a criar uma cultura de observação de problemas no seu habitat natural. A *Toyota Motor Corporation* aplica o *Jishuken* da seguinte forma:

1. Selecção das áreas que necessitam de intervenção/melhoria;
2. Formação da equipa de intervenção (multidisciplinar);
3. Atribuição a cada membro da equipa uma função e responsabilidade para monitorizar;
4. Os elementos envolvem-se nas actividades de grupo. Por exemplo, no caso de *setups*, um elemento da equipa poderá perguntar quantos *setups* se fazem por

dia ou quanto tempo demora. Estas análises poderão envolver ferramentas da Qualidade como diagramas de *Ishikawa* ou os *5 Porquês*;

5. O líder da equipa acompanha qualquer questão numa folha *Jishuken* que identifica o problema, que contra-medidas devem ser assumidas, quem é o responsável e em que data;
6. Os resultados são publicados em locais comuns e públicos e é realizado o acompanhamento das mudanças e alterações.
7. Estas actividades das equipas *Jishuken* são maioritariamente desenvolvidas usando o Ciclo de Deming, usando ferramentas de melhoria contínua, como o diagrama de *Ishikawa* e os *5 Porquês*.

2.2.3 Diagrama de Ishikawa

Este diagrama também é conhecido como diagrama de Espinha de Peixe, devido à sua aparência e foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa (1915-1989). É uma representação gráfica que ajuda a identificar, explorar e mostrar as possíveis causas de uma situação ou problema específico. Cada diagrama tem uma grande seta apontada para o nome do problema. Os ramos que saem dessa seta representam as categorias de causas, tais como mão-de-obra, materiais, máquinas, meio ambiente, medidas, métodos (Figura). As setas menores representam itens dentro de cada categoria (Quinquiolo, 2002).

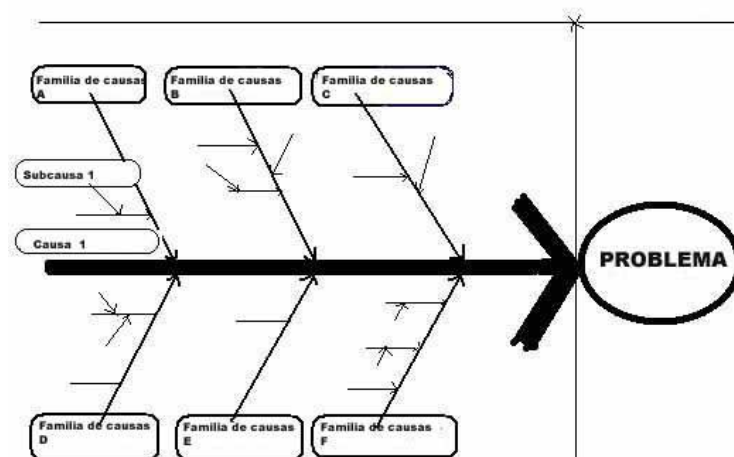


Figura 3 – Exemplo de diagrama de Ishikawa

2.2.4 5 Porquês

A análise *5 Porquês* usada através da filosofia de melhoria contínua, é uma ferramenta para descobrir a causa-raíz de um problema. Resolver os problemas esmiuçando as suas verdadeiras causas é o que líderes e gestores devem fazer (Solving Efeso, 2009). O conceito associado à análise *5 Porquês* é muito simples e pretende:

1. Identificar o que aconteceu;
2. Perguntar: “porque aconteceu?”, identificando todas as possíveis causas;
3. Para cada uma das causas agora identificadas, pergunte de novo: “porque é que aconteceu?”;
4. Repetir cinco vezes os passos 2 e 3. No final deverá ter identificado as causas-raíz;
5. Identificar a solução e as contra-medidas para resolver as causas-raíz;

Quando se realiza a análise *5 Porquês*, múltiplas causas podem surgir do processo de análise. Assim, é possível que várias causas-raíz sejam identificadas e como tal, tenham de ser sujeitas a uma ordenação, começando por intervir-se na mais severa ou pressionante causa-raíz do problema.

No sistema de produção da *Toyota Production System* (TPS), acredita-se que perguntando cinco vezes “porquê” se alcance a conclusão. Na realidade, o número de vezes que interrogamos depende da dimensão do problema. Por vezes, três ou quatro vezes são suficientes para alcançar a causa-raíz. Se a raíz do problema é encontrada com poucos “porquês”, isso poderá indicar que a análise não teve o detalhe necessário. Do mesmo modo, demasiados “porquês” indicam excesso de análise e perda de focalização. Um dos pontos fracos desta análise *5 Porquês* é a sua análise ser baseada na opinião pessoal de quem a aplica, ou seja, poderá ser subjectiva. Duas pessoas aplicando o *5 Porquês* no mesmo problema poderão sugerir diferentes causas-raíz. Trabalhar em equipa e envolvendo pessoas com experiência atenuam uma boa parte desta limitação. Em todo este processo, trabalhar em equipa é essencial (Tachizawa *et al.*, 1997).

2.3 Melhoria contínua aplicada à gestão da manutenção

A vertente mais dinâmica de uma norma de qualidade como a norma ISO 9001:2000 é o conceito de melhoria contínua (Cabral, 2006). A melhoria contínua não é mais do que uma atitude de gestão que envolve uma análise crítica sistemática do que se faz e com que resultados para o cliente, tanto quanto possível quantificados de forma analítica, na identificação, concepção e implementação de formas de melhorar no sentido desejado por esse cliente, e na posterior avaliação dos resultados obtidos.

Assim, para Cabral (2006) é necessário dispor de indicadores de desempenho que permitam (Figura 3):

- Quantificar o que se faz;
- Estabelecer os objectivos do que se pretende fazer;
- Quantificar o que se conseguiu de facto fazer.

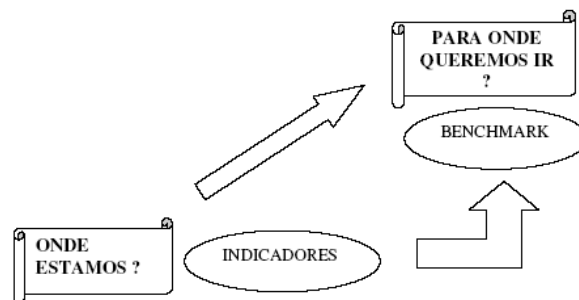


Figura 4 - Caminho para a excelência

Fonte: Adaptado de Xavier (2009)

Segundo o autor referido anteriormente, se existem domínios onde o conceito de melhoria contínua pode marcar presença frequente, a manutenção estará seguramente entre eles e por ter sido das funções mais tardias a ter tido reconhecimento pelo seu contributo para a função produtiva, mantém amplo domínio para melhorias a níveis técnico, de gestão e de motivação nas pessoas.

As melhorias na manutenção passam pelos indicadores (Cabral, 2006). O termo indicador só faz sentido para este autor numa manutenção que já esteja organizada, que liberte informação minimamente fiável. Caso contrário, a primeira grande etapa terá

de ser a organização desta mesma informação. A segunda etapa será gerar a primeira colecção de indicadores na base dos quais se poderão então, futuramente ancorar os projectos de melhoria baseados nesses mesmos indicadores. Antes de ter um indicador que nos exprima como estão as coisas não é possível estabelecer um objectivo. Só depois destas duas etapas essenciais se poderá falar na utilização de indicadores de manutenção para medir o desempenho da manutenção numa organização (Figura 4).

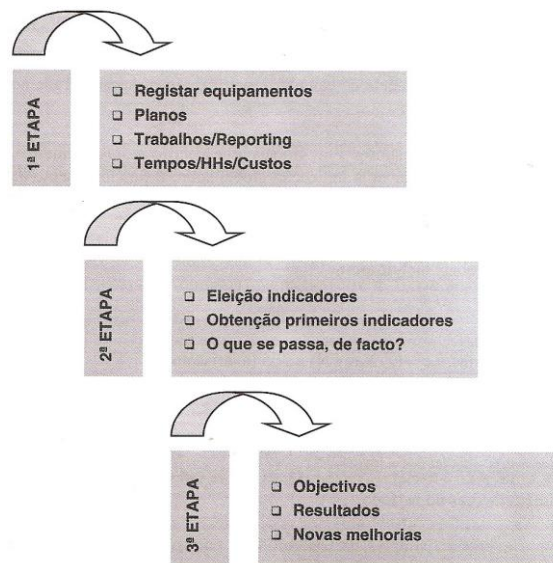


Figura 5 - Etapas da melhoria contínua

Fonte: Adaptado de Cabral (2006)

A utilização destes indicadores permite um elevado número de análises direccionadas para os domínios que é pretendido tal como o cálculo do *Mean Time Between Faillure* e do *Mean Time to Repair*.

2.3.1 Da gestão da mudança à gestão da manutenção

Ao pensarmos nos novos desafios da gestão e na forma como as organizações devem ser actualmente, não se pode ignorar a importância de antecipar cenários de mudança para a sua estratégia futura e que como tal, devem integrar domínios da gestão, tais como gestão do conhecimento, gestão da mudança, gestão do risco, gestão da

qualidade, gestão da inovação e outros que se apoiam na qualidade e eficácia, valorizando e desenvolvendo o Capital Humano (Lopes *et al.*, 2007).

As organizações tal como os seres humanos, crescem, evoluem e aprendem, mas para isso acontecer necessitam de ultrapassar várias etapas evolutivas, com crises de crescimento organizacional. Para Lopes *et al.* (2007), esta evolução implica mudanças profundas que terão de ser lideradas com êxito, de forma a adequar as estruturas, os modelos de gestão e os sistemas de informação à nova cultura e valores, para que a sua sobrevivência nunca seja posta em causa e o seu desenvolvimento e modernização tenham sucesso.

O comportamento das organizações é um processo evolutivo gradual, que não ocorre de forma simultânea nos diferentes sectores de actividade, regiões ou países, e vai evoluindo de forma não linear, à medida que a envolvente cultural também evolui e que as sociedades vão adquirindo novos valores e saberes. A evolução dos valores da qualidade nas organizações também reflecte toda essa evolução, registando por isso, um movimento evolutivo semelhante, pelo que é possível estabelecer um paralelismo entre as organizações do tipo clássico, que apostam na conformidade, na inspecção e controlo de custos, e as organizações modernas, que apostam na prevenção, na garantia e na gestão da qualidade total (Lopes *et. al.*, 2007).

No entanto, a verdadeira melhoria demora a ser atingida (Crosby, 1979). A urgência da necessidade, a evidência da causa, e a transparência da solução pouco têm a ver com a resolução dos desafios. Normalmente os gestores culpam a falta de recursos, cooperação, horários ou outros aspectos para justificar o fracasso. Os programas de melhoria contínua evidenciam estes problemas, porque não basta apenas anunciar um programa de melhoria contínua ou de qualidade para obter logo sucesso no processo.

Oakland (1995) refere no seu modelo que o processo de melhoria contínua só faz sentido se for integrado num processo mais abrangente de planeamento e controlo da qualidade da performance da organização, e também num processo de desenvolvimento de recursos humanos da organização e onde o processo de melhoria contínua todas as pessoas da organização sejam capazes de utilizar as ferramentas e técnicas necessárias no seu trabalho para implementar melhorias e correcções para controlar as variações.

Por outro lado, as organizações que possuem sistemas organizacionais projectados para a mudança constante e uma estratégia, cultura e estrutura que facilite a

aprendizagem organizacional, podem promover a constante renovação (Cunha *et al.*, 2000).

Acrescenta Lopes *et al.* (2007) que as mudanças profundas envolvem toda a organização e, se não forem efectuadas no momento certo a organização envelhece e morre.

2.3.2 World Class Manufacturing - Excelência Mundial

O conceito de *World Class Manufacturing* (WCM) é utilizado para descrever processos que exibam boas práticas ou processos excelentes (Schonberger, 1986).

As organizações começaram a sentir a necessidade de alterar aspectos técnicos, estruturais e sociais, cujas reformulações, ao nível da rotação de cargos, alargamento e enriquecimento do trabalho visavam aumentar a qualidade e produtividade, e tornar as pessoas mais satisfeitas com o seu trabalho (Lopes, 2007).

A manutenção é uma actividade que faz parte do processo produtivo e que é um dos pilares do processo para os conhecidos fabricantes de classe mundial, cujos produtos competem nos mercados domésticos, bem como nos mercados que se localizam além das suas próprias fronteiras Schonberger (1984). Está associada às melhores organizações industriais do mundo, não apenas porque produzem produtos de elevada qualidade ou pelos nomes dos seus accionistas mas sim porque os indicadores dos seus negócios são iguais ou melhores, do que as organizações do mesmo sector de actividade. Essas empresas são deste modo competitivas a nível global. O termo “classe mundial” significa que um fabricante tem as condições para competir em qualquer lugar do mundo, oferecendo produtos com qualidade e com preços atractivos, prazos de entrega válidos e ser reconhecido como um fornecedor de confiança (Mitsubishi, 1993).

Alguns aspectos da WCM não são recentes, muitos foram estabelecidos no início do século passado com Ford. Mais tarde, na década de oitenta do século XX, muitas organizações julgaram conseguir alcançar níveis de classe mundial através da aplicação dos conceitos *Total Productive Maintenance* (TPM), *Just-in-time* (JIT) ou *Total Quality Management* (TQM). Estas empresas embora conseguindo progressos assinaláveis, ficaram muito desapontadas com os resultados globais. É através do sistema ERP que

as empresas conseguem a integração de todos os processos, dado que o JIT e o TQM isoladamente não conseguem alcançar o seu pleno potencial.

A excelência não é um conceito teórico, residindo na capacidade da organização em atingir níveis de desempenho efectivos e quantificáveis em áreas-chave e sempre comparados com os resultados dos melhores da sua classe. A excelência manifesta-se também na capacidade da empresa transmitir a confiança, baseada em evidências de que estes resultados são fiáveis e sustentados (Womack *et al.*, 2003).

As empresas verdadeiramente excelentes distinguem-se das demais pela sua capacidade de obter e manter resultados sustentados para todas as partes interessadas designado por *stakeholders*. Estas empresas têm também uma enorme obsessão pelos seus clientes (internos ou externos), têm estruturas mais leves e um menor número de hierarquias, orientam os seus esforços na criação de valor para o cliente e todas as partes interessadas no negócio. As principais componentes da estrutura das empresas excelentes são a estratégia, as pessoas, os sistemas, os valores, o conhecimento e o estilo (Pinto, 2009).

A excelência apresenta como pilares:

- Zero Defeitos - Qualidade Total
- Zero Avarias - Manutenção Total
- Zero Tempo - Mudança Rápida de Ferramentas
- Zero Papéis - Sistemas de Informação Integrados
- Zero Stocks - Flexibilidade, Qualidade, Fiabilidade

2.3.3 Total Productive Maintenance (TPM)

O TPM é uma metodologia que envolve todos os funcionários, desde a Produção até à Manutenção. O seu objectivo consiste em atingir a eficácia global do sistema produtivo através do envolvimento dos funcionários nas actividades de manutenção (Suzaki, 2010). Neste aspecto, o TPM é semelhante ao *Total Quality Management*, onde o envolvimento dos funcionários é fundamental para uma implementação bem sucedida de acções de qualidade que vão de encontro às necessidades dos clientes (Oakland, 1995). Tal como a qualidade, que deve ser incorporada no processo, em vez de ser

alcançada através de inspecções, é preferível fazer manutenção autónoma em vez de manutenção curativa.

As avarias das máquinas estão associadas à forma de agir e pensar das pessoas. A menos que estes processos sejam alterados, vão continuar a existir avarias de máquinas. Para acabar com esta situação, operadores, equipas de manutenção e equipas de apoio precisam entender como interagir e como se auxiliarem mutuamente.

Uma forma eficaz de conseguir zero avarias consiste em eliminar as potenciais causas de avaria, tais como pó, ruídos, parafusos desapertados, rebarbas, deformações e desgaste. Se não lhes for dada a devida atenção, não será possível atingir o objectivo de zero avarias.

Quando as equipas de manutenção solicitam à produção que pare para se poder efectuar a manutenção da máquina, a resposta é na maior parte das vezes negativa. Mas mesmo quando a produção está bastante preenchida, devemos insistir que se pare para realizar a manutenção. Uma hora gasta em manutenção vai poupar dezenas de horas de paragens provocadas por avarias.

Para Suzuki (2010), os operários da produção devem ser formados tendo em conta os seguintes itens para atingir Zero Avarias:

1. Aprendendo operações básicas de arrumação e limpeza, lubrificação, aperto de parafusos, entre outros, evitando a deterioração forçada das máquinas;
2. Recebendo formação sobre quais os procedimentos correctos de operação dos equipamentos;
3. Desenvolvendo uma melhor percepção dos primeiros sintomas de deterioração através da execução de manutenção autónoma, verificações diárias, *setups*, entre outros.

Por outro lado, o papel da manutenção consiste em:

1. Ajudar a produção nas actividades de manutenção autónoma;
2. Restaurar equipamento em deterioração através de inspecções, desmontagem e reajustes;
3. Identificar deficiências na estrutura da máquina, tomar acções correctivas e especificar as condições de operabilidade;
4. Ajudar os operadores a melhorar os seus conhecimentos de manutenção.

Assim, o objectivo de ter Zero Avarias pode ser alcançado com maior eficácia ao envolver os operadores na manutenção das condições normais de operabilidade da máquina, detecção precoce de anomalias nas máquinas e desenvolvimento de contra-medidas para retomar a condição normal do equipamento. Para obter esta vantagem competitiva, é necessário desenvolver relações de trabalho próximas entre colaboradores, equipas de manutenção e restante pessoal de apoio, bem como aumentar as competências e dar formação para aumentar as capacidades das pessoas envolvidas (Mirshikawa, 1991).

As actividades de manutenção são o “calcanhar de Aquiles” de muitas empresas e isso impede-as de atingir o estatuto de produtor de topo. Nas últimas décadas, foram desenvolvidas vários programas computadorizados de manutenção bastante sofisticados, para servir esse propósito. Mas não se consegue obter a Manutenção Preventiva Total sem a combinação de esforços de operários, chefias, manutenção e restantes envolvidos (Suzaki, 2010).

A qualidade deve ser assegurada na origem, e não através de inspecções, só é possível alcançar zero avarias de máquinas na origem, ou seja, na máquina e não através do habitual método de combate a incêndios (Suzaki, 2010).

Para se ser competitivo na produção, tem de se eliminar todos os problemas e avarias de máquina. Deve ser feita manutenção às máquinas para que se atinja uma taxa de utilização de máquina de 100%, para responder imediatamente às necessidades do processo seguinte.

Normalmente o que se encontra na indústria são equipas de manutenção ocupadas a lidar com avarias súbitas e a antecipar trabalhos necessários de reparação de vontade própria das máquinas, parafusos desapertados e operários que não encaram os problemas e avarias das máquinas como sendo da sua responsabilidade.

Para Suzaki (2010), quem causa os problemas são as próprias pessoas e a falta de metodologia de resolução preventiva e correctiva dos problemas. As máquinas por si só não dão problemas. Os problemas resultam essencialmente pelo facto das pessoas deixarem as máquinas avariarem, por exemplo, não lubrificarem por não apertarem os parafusos ou não limparem, originando assim a uma deterioração forçada. O papel das pessoas torna-se mais importante à medida que as máquinas se tornam mais complexas.

No quadro 1, podemos verificar alguns dos problemas que atingem a indústria:

Quadro 1 - Problemas relacionados com a indústria

Máquinas	Operários	Equipas de Manutenção
- Máquina suja	- Não estão preocupados com sujidade da máquina	- Substituem ou reparam peças mas não questionam o porquê do problema
- Sujidade no reservatório de óleo	- Cometem erros na operação da máquina	- Não formam ou trabalham com os operários na manutenção básica da máquina
- Junta inundada de óleo	- Não sabem efectuar manutenção básica	- Não comunicam de forma eficaz com os operários
- Reservatório de óleo vazio	- Não pedem ajuda mesmo quando acontece um problema	- Consideram a deterioração da máquina inevitável
- Sobreaquecimento do motor	- Consideram a produção mais importante do que a boa manutenção da máquina	- Procuram soluções em novas máquinas ou tecnologias e não nos recursos disponíveis
- Ruídos no motor	- Não têm controlo das máquinas	
- Vibração		
- Limalhas espalhadas		
- Dificuldades de inspecção		
- Artigos desnecessários		
- Falta de organização		

Fonte: Adaptado de Suzaki (2010)

A maior dificuldade para quem trabalha na manutenção de uma organização em atingir o desperdício mínimo na operação de uma máquina é a eliminação dos problemas crónicos. É mais fácil determinar as causas de problemas pontuais do que crónicos, uma vez que a relação causa-efeito é de uma maneira geral bastante clara. Um problema crónico pode não ser eliminado, apesar de se implementarem várias medidas correctivas e preventivas na sua resolução.

Uma das regras básicas para evitar problemas nas máquinas é a manutenção das condições normais de funcionamento. A eficácia melhora se os operadores melhorarem a capacidade para identificar os primeiros sintomas na máquina o mais cedo possível. O papel do operário é muito importante, uma vez que é ele que passa mais tempo com a

máquina do que qualquer outra pessoa. Se tiverem formação adequada sobre o seu funcionamento básico, os operadores serão capazes de detectar os sintomas iniciais de um problema. Os operadores devem também trabalhar em conjunto com as equipas de manutenção na detecção de problemas e na identificação e eliminação das suas causas (Sukazi, 2010).

As medidas preventivas também são importantes no cuidado a ter com as máquinas. Para que as máquinas operem a 100% da sua capacidade, os operários devem ser formados para detectar anomalias. Precisam compreender a estrutura básica da máquina, função, métodos de ajuste, procedimentos correctos de operação, pontos de verificação diários. É preciso definir formas de medir o nível de deterioração da máquina ou desenvolver alguns standards de acções para retomar a condição inicial.

Um dos alicerces do TPM é as acções de limpeza realizadas pelos operadores, em conjunto com a inspecção diária, que melhoram significativamente a manutenção da máquina. Com a ajuda da equipa de manutenção, os operadores deverão identificar anomalias muito mais facilmente. O processo de melhoria contínua no entanto não fica por aqui (Suzaki, 2010).

Para Mirshikawa (1991), o processo de manutenção de uma máquina engloba normalmente quatro fases. Na primeira das quatro fases da manutenção assiste-se a uma deterioração forçada porque os funcionários não assumem a responsabilidade pelas acções de manutenção autónoma, tal como lubrificar e apertar os parafusos. Nesta fase devem ser tomadas acções para recuperar os níveis originais de desempenho da máquina, onde a limpeza das máquinas é um requisito para qualquer acção de manutenção.

Na segunda fase, onde só acontece a deterioração natural das máquinas, a manutenção preventiva periódica começa a dar resultados e onde as máquinas são operadas de acordo com as condições estabelecidas, juntamente com esforços de limpeza, inspecção, aperto de parafusos.

Na terceira fase, são desenvolvidos esforços para restaurar a máquina à sua condição de funcionamento de forma contínua. Os operários estão envolvidos na identificação de anomalias para evitar a deterioração das máquinas, recorrendo aos seus cinco sentidos e conhecimento que lhes foi passado pelas equipas de manutenção, sendo também capazes de resolver sozinhos muitas das anomalias.

Na quarta fase direcciona-se para a Manutenção Baseada na Condição (CBM), ou seja, a condição da máquina é monitorizada constantemente, para que as acções de manutenção possam ser efectuadas atempadamente. Com a utilização de equipamentos de diagnóstico, pode-se prever o tempo das peças de máquina e o nível de qualidade do artigo processado, reduzindo assim os custos de manutenção. A utilização de equipamentos de diagnóstico, como a utilização de robots ou qualquer outro equipamento sofisticado. Sem compreender as funções e utilizar as capacidades das pessoas para avaliar métodos alternativos, a eficiência de tal equipamento vai ser, certamente reduzida.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1 Apresentação do Grupo Saint-Gobain Mondego

No conjunto da organização do Grupo Saint-Gobain, as empresas portuguesas estão incluídas na zona geográfica da Delegação de Espanha, Portugal e Marrocos, pertencentes a vários Ramos de Actividade (Figura 5). O aparecimento do Grupo na Delegação ocorreu em 1994 em Espanha, tendo iniciado a actividade no vidro plano. Actualmente tem mais de 47 sociedades consolidadas, mais de 55 centros industriais e mais de 8500 trabalhadores (SGM, 2009). Também em Portugal o Grupo iniciou a sua actividade através do vidro plano com uma participação na antiga “COVINA” a actual SGGP (Saint-Gobain Glass Portugal), em 1964.

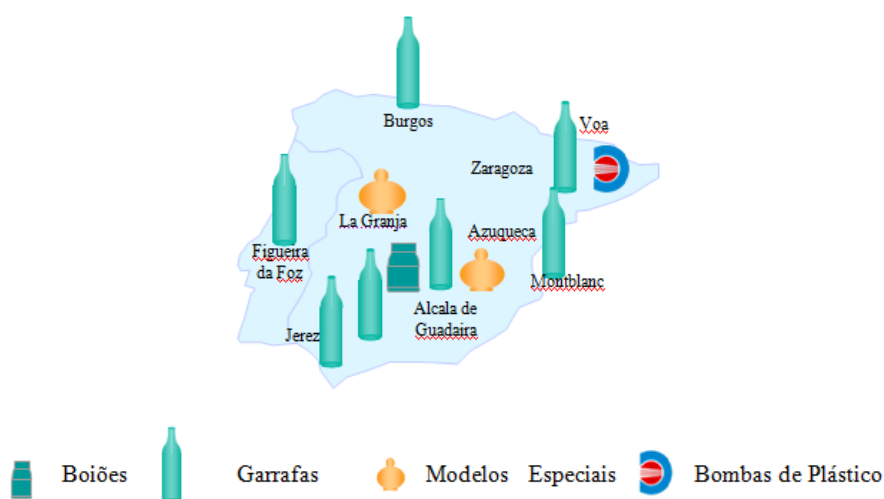


Figura 6 - Fábricas Saint-Gobain na Península Ibérica

Fonte: Adaptado de Pinto (2009a)

Em 1987, o Grupo Saint-Gobain adquiriu em Portugal, as instalações da antiga Vidreira do Mondego. Inicialmente, a vidreira pretendia adequar progressivamente a sua

estrutura industrial às solicitações do mercado. A sua determinação foi premiada com a determinação dos clientes que, em 15 anos a colocaram em primeiro lugar no fornecimento de embalagens de vidro no mercado nacional. A partir de 2002 o nome de Vidreira do Mondego deu lugar ao nome Saint-Gobain Mondego, SA.

Actualmente a Saint-Gobain Mondego (Figura 6), possui dois Fornos de fusão de vidro que alimentam um total de 10 linhas de produção, que funcionam em regime contínuo de laboração (24 horas por dia, 7 dias por semana) e com uma produção máxima de 700 toneladas de vidro fundido por dia.

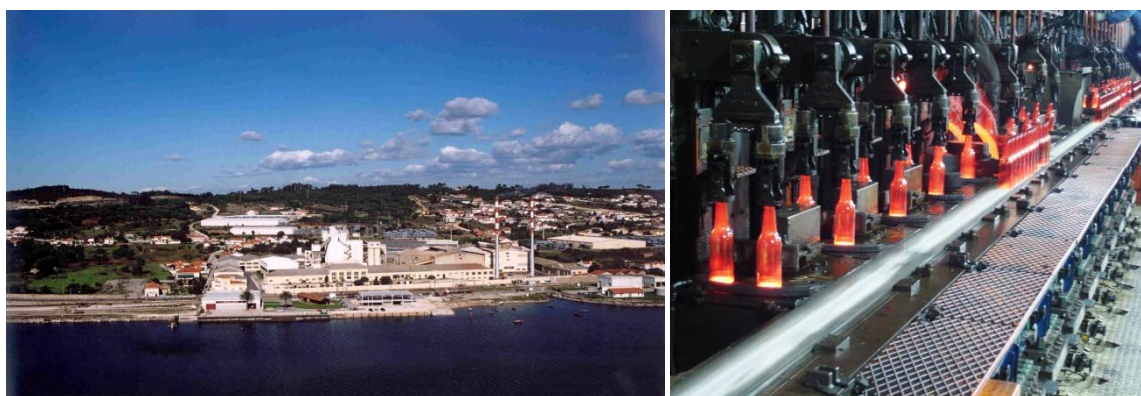


Figura 7 - Saint-Gobain Mondego, SA.

3.2 Processo de produção do vidro de embalagem

A Saint-Gobain produz embalagens de vidro. Este vidro é feito usando matérias-primas, que são granuladas na sua maioria, são armazenadas em silos. Após a pesagem, todas as matérias-primas são conduzidas a um misturador que tem a finalidade de produzir uma mistura homogênea de todas elas, a qual passa a ser chamada de composição ou mistura vitrificável. A composição é conduzida ao forno de fusão, onde sob o efeito do calor, se transformará em vidro (SGM, 2009).

O local onde a composição é fundida e transformada em vidro fundido é chamado de forno de fusão ou simplesmente forno. Os fornos utilizados na organização são contínuos, constituídos de uma grande piscina de vidro fundido, sendo alimentados

continuamente num lado pela composição, que por efeito do calor vai se fundindo e no lado oposto, o vidro já elaborado é conduzido às máquinas de conformação.

Na fase de conformação onde a massa fundida e viscosa de vidro é transformada num produto final, existem inúmeras formas de realizá-la, dependendo do produto e quantidade que se pretende e dos recursos disponíveis. Uma garrafa pode ser feita através de sopro ou através de sofisticadas máquinas, como as que a empresa possui (Figura 7).

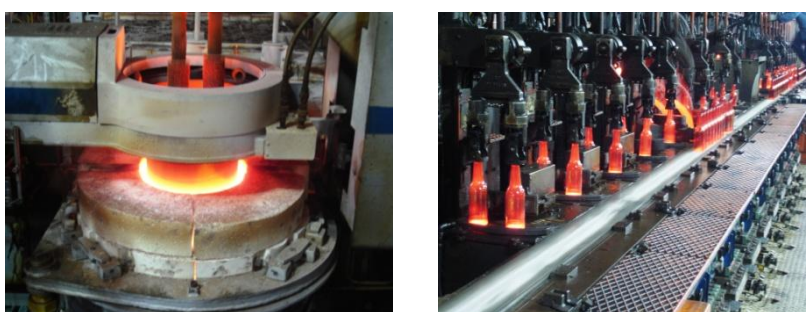


Figura 8 - Máquinas de conformação da Saint-Gobain Mondego

Porém, em qualquer um dos casos, o que acontece é que à medida que o vidro fundido vai arrefecendo, vai ficando cada vez mais viscoso. Existe um intervalo de tempo certo para se conseguir dar a forma ao produto. No início, a massa deve estar mole o suficiente para poder ser conformada, mas não mole em excesso, pois é impossível conformar um líquido. Se demorar muito, o vidro fica rígido e não dá mais para mudar a sua forma. Este tempo que o vidro leva para enrijecer depende da velocidade de arrefecimento e também da sua análise, ou seja, da formulação da composição que foi levada ao forno para ser fundida. Um vidro que vai ser conformado numa moderna e rápida máquina automática deve enrijecer depressa, para não comprometer o ritmo da fabricação.

Na fase de conformação, o vidro é conduzido ainda fundido do forno até as máquinas de conformação, chamadas *IS*, através de canais conhecidos como *feeders*. O vidro é então empurrado para fora formando uma gota, onde um par de lâminas metálicas, designadas de tesouras, cortam a gota que cai e através de uma canaleta, é conduzida a um dos moldes da máquina *IS*, onde será feita a primeira etapa de conformação. A gota cai dentro do bloco, onde primeiramente será formado o gargalo.

Finalmente, independente da composição e do processo de conformação, a peça de vidro depois de conformada deve ser recozida, aliviando desta forma, as tensões que normalmente surgem durante a conformação e que de outra forma, quebrariam ou pelo menos fragilizariam a peça.

O recozimento é realizado em arcas de recozimento tipo túnel, cuja entrada fica junto à de onde se realiza a conformação, e a saída, no local onde o produto passa por inspecção e controle da qualidade (Figura 8). A partir daí, o vidro está pronto para ser inspeccionado, embalado ou transformado. Na parte final do processo é efectuado o controlo de qualidade do produto.



Figura 9 - Arcas de recozimento Saint-Gobain Mondego

Seguidamente a um rigoroso controlo de qualidade, as garrafas são cuidadosamente empilhadas formando-se paletes através de sofisticados paletizadores (Figura 9). Por último realiza-se a expedição e posteriormente as embalagens de vidro chegam ao cliente final.

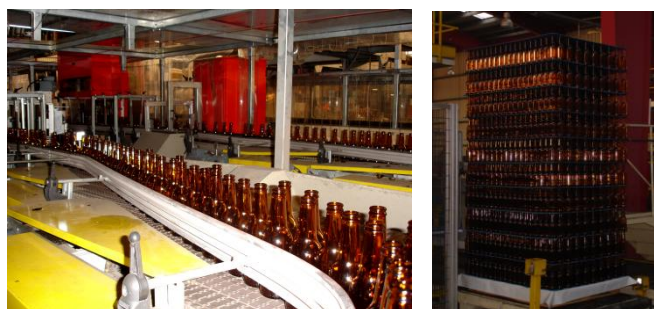


Figura 10 - Linha de inspecção e paletizadores da Saint-Gobain Mondego

4. APRESENTAÇÃO DO PROJECTO

4.1 Processo Actual

No modelo actual da organização Saint-Gobain Mondego, existe um departamento de Manutenção (Figura 10). Este departamento está dividido em dois sub-departamentos: mecânico e eléctrico.

Cada departamento é constituído por um responsável máximo e por colaboradores afectos a cada área. A equipa do departamento de manutenção eléctrica é constituída por seis colaboradores e a equipa do departamento de manutenção mecânica é constituído por sete elementos, entre mecânicos e serralheiros-mecânicos. Estes dois departamentos formam a base da manutenção da organização e actuam essencialmente de forma correctiva.



Figura 11 - Oficina eléctrica da Saint-Gobain Mondego

O processo de manutenção da organização é bastante simples. A manutenção actual quando existem problemas, de forma correctiva. Aparentemente na altura do início do estudo não existia muita coordenação com a Produção. A manutenção preventiva é feita pelos colaboradores afectos à Produção.

4.2 Introdução ao Projecto

Segundo os seus responsáveis, a organização Saint-Gobain Mondego tem sofrido as consequências de uma manutenção ineficaz e irregular, traduzidas no elevado número de minutos de produção perdidos. Do autor, detentor de competências adquiridas em âmbito universitário, pretende-se a aplicação à realidade organizacional destes conhecimentos no sentido de introduzir à actual gestão de manutenção um padrão conceptual inovador, contribuindo para a melhoria neste sector específico.

Para uma organização se situar e saber se caminha em direcção à excelência, é necessário obter indicadores durante o processo. Como tal, foi definido que o indicador principal para o estudo seria os minutos de paragem por avarias registados pela Produção. Como indicador secundário, seria usado os registos de avarias efectuadas pela Manutenção, também em minutos.

No entanto, tem de se ter em conta várias considerações. Por um lado, estes registos apenas começaram a ser efectuados em Maio de 2010, logo no início do nosso estudo, e por outro, os registos foram usados como possível base de trabalho para as equipas *Jishuken* que seriam criadas no futuro, como poderemos ver mais à frente. É preciso notar que a fiabilidade destes dados não é 100% segura devido ao impacto da mudança na organização.

Durante dois meses (Junho e Julho de 2010) foram monitorizados os minutos de produção da organização. Estes dados foram usados para definir a formação das equipas *Jishuken*. O cronograma de trabalho está definido na figura 11:

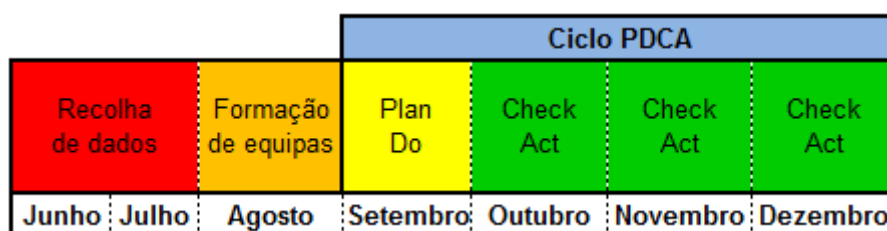


Figura 12 - Cronograma de actividades das equipas

Após a recolha de dados nos dois primeiros meses, o terceiro mês foi de formação das equipas. Como foi um mês de férias, foi definido que as actividades teriam início em Setembro, com todos os membros das equipas disponíveis para as actividades. No quarto mês, as equipas deveriam analisar e planear medidas para solucionar os problemas detectados. Os restantes três meses serviriam de monitorização e padronização das acções para o resto da fábrica.

4.3 Metodologia

Como se pode verificar na revisão bibliográfica, as organizações que melhores resultados obtêm, são aquelas que melhor se adaptam aos novos desafios. Uma cultura de excelência numa organização é meio caminho andado para o sucesso. Com o aumento do nível de excelência, caminha-se a passos largos para a melhoria dos sistemas de gestão das avarias.

É com esta visão e perspectiva em mente que se iniciou uma nova fase e a implementação de novos métodos de trabalho para a Saint-Gobain Mondego, como a Manutenção Preventiva Total.

Usando os conceitos e as metodologias de melhoria contínua, foi decidido reduzir o impacto das avarias nas perdas da organização. Para tal foi necessário implementar uma metodologia e usar as ferramentas adequadas para atingir este objectivo (Figura 12).

Para abordar este problema, definiu-se claramente a metodologia a ser implementada. Na resolução de um problema, implica a utilização de medidas que previnam a sua reincidência, ou seja, na prática estamos a eliminar a causa pela raíz. Numa metodologia como o método científico ou o Ciclo PDCA, existe inicialmente um problema, algo que existe e que tem possibilidades de ser melhorado. Normalmente, usando uma metodologia errada, a acção tomada é contra o fenómeno e os sintomas do problema desaparecem. Erradamente, pensa-se que com o desaparecimento dos sintomas, o problema foi resolvido, no entanto o problema continua. Usando uma metodologia correcta com base no Ciclo PDCA, a fase inicial teve como base a análise das causas, baseando a solução do problema no ataque às causas que deram origem ao problema, tentando desta forma solucionar o problema

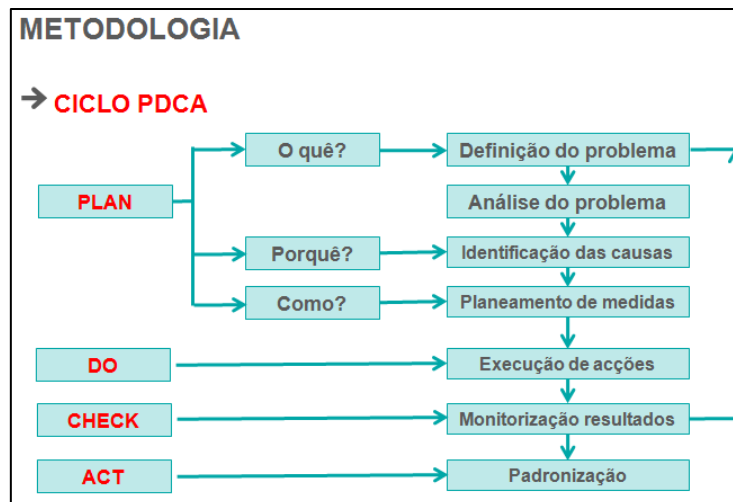


Figura 13 - Etapas do Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA envolve quatro fases distintas e todas elas importantes para o processo de melhoria contínua.

Na primeira fase do Ciclo PDCA, foi definido o problema a abordar. Actualmente, o objectivo deste projecto e concretamente na área da Manutenção, era reduzir o impacto das avarias na produção. Foi estruturado um plano de trabalho para abordar este tema. Para um sistema ser auditado e avaliado foi necessário fazer uma recolha de dados e de registos.

Numa fase posterior, foram implementadas acções e efectuada uma monitorização às acções implementadas. Se os resultados forem positivos, as acções são padronizadas para as restantes áreas da organização.

4.4 PLAN - 1ª Etapa de implementação do Ciclo PDCA

4.4.1 PLAN - Oficina eléctrica e mecânica

Para verificar o actual estado do sistema, tornou-se necessário fazer uma recolha selectiva de dados. Para tal é necessário introduzir um sistema que seja válido para este tipo de método. O objectivo desta recolha é encontrar e identificar claramente um problema e a partir deste ponto caminhar para a resolução do mesmo. Este método de

recolha de dados serve essencialmente para analisar o problema de um ponto de vista prático e não em intuição baseada na própria experiência, eliminando assim as diferenças de interpretação ligadas à subjectividade das pessoas.

Assim, a recolha de dados serviu essencialmente para verificar a evolução de um sistema, neste caso de um sistema de gestão da manutenção.

No processo de recolha de dados, o primeiro passo foi definir claramente o que iria ser recolhido. Nesta fase o objectivo passou por identificar uma situação para encontrar uma solução para cada problema. O problema foi analisado segundo dados objectivos e não em intuições baseadas nas experiências pessoais de cada indivíduo, eliminando assim as diferenças de interpretação ligadas à subjectividade de cada pessoa. A base de dados foi elaborada de maneira simples, clara e organizada, de modo a não desperdiçar tempo na recolha e na elaboração dos dados (deveria existir espaço suficiente para escrever, utilizar letras minimamente legíveis e ter processos simples de introdução de dados).

Os dados recolhidos foram retirados da base de dados da equipa do Chefe de Turno e dos registos da Manutenção. Tanto num caso como no outro, os dados e as unidades de medida estão perfeitamente definidos. Esta recolha foi feita mensalmente, e foi registada em base de dados.

Depois de definido o objectivo a ser cumprido, foi preciso definir o resto dos parâmetros, determinar os dados e uma unidade de medida a serem registados, estabelecer o método e eventuais instrumentos de medição, definir a frequência, o número de amostras e o período de recolha de dados, decidir quem deve recolher os dados e inseri-los na base de dados. No caso concreto da Base de Dados do Chefe da Equipa de Turno (CET), esta formação inicial já estava estabelecida. No entanto, este passo inicial foi dado na Manutenção.

Paralelamente ao registo efectuado pela Produção, a equipa da Manutenção da Saint-Gobain Mondego tem a sua própria base de dados onde foram registados todas as avarias relativas à sua equipa de manutenção. Após cada operação de manutenção ou de arranjo de avaria, foram introduzidos vários campos no registo da avaria. Existem vários campos a serem registados, no entanto, os obrigatórios são máquina, data, hora início, hora fim, perda de produção, perda de tempo, descrição, trabalho pendente e o operador que fez o registo (Figura 13).

A auditoria dos dados foi efectuada pelo autor, onde foram registados e analisados as bases de dados que se seguem. Na Base de Dados do CET, foram inseridos os valores que correspondem aos minutos de paragem das linhas de produção.

Figura 14 - Registo de avaria na Manutenção

Aquando da implementação desta base de dados da Manutenção, foi necessário formação para uma correcta utilização deste tipo de ferramenta. Assim, foi criada uma Lição de um Ponto (LUP), um procedimento onde foram explicados todos os passos para a introdução dos dados, de forma a garantir a fiabilidade dos mesmos (Figura 14).


Figura 15 - Lição de Um Ponto (LUP) para registo de avaria

Depois de definido o problema, durante dois meses (Junho e Julho de 2010), foi realizada a monitorização das avarias na organização. A premissa para esta monitorização parte do princípio que existe um registo oficial de produção, que é realizado na Base de Dados do CET. O registo efectuado na Manutenção é usado para acompanhamento diário e posterior análise da morfologia de avarias.

Nos dois meses iniciais, os colaboradores da área da Manutenção tiveram acompanhamento diário, obtendo *feed-back* sobre a qualidade e eficiência do registo das avarias. Este *feed-back* baseava-se sobretudo na má inserção de algum registo, ou porque faltava algum campo ou porque a descrição de avaria não estava suficientemente detalhada. Para nos situarmos e para sabermos se estamos no bom caminho é preciso medir e auditar os registos que eram efectuados. É de realçar que estes registos de avarias feitos pela manutenção foram usados no futuro para ter uma descrição máxima do que se passou para posteriormente usar o detalhe das descrições e servirem de potencial informação na resolução das avarias.

No processo de auditoria aos registos das bases de dados, foram recolhidos todos os registos que tivessem obrigatoriamente perda de produção, quer estivesse implícito no campo perda de produção, quer estivesse a hora de início e hora de fim da avaria. Foi criado um ficheiro MS-EXCEL mensal, onde eram inseridos os registos. Neste ficheiro estão inseridos os nove campos obrigatórios. O próprio ficheiro reconhece automaticamente se todos os campos foram preenchidos. O campo “Registo Completo” executa a revisão aos campos, se estão ou não preenchidos. Caso haja algum campo não preenchido, é apresentado neste campo a palavra “Não”, conforme se observa no quadro 2.

Quadro 2 - Registo de avarias Manutenção Eléctrica

 REGISTO DE AVARIAS MANUTENÇÃO ELÉCTRICA - JUNHO 2010														
Máquina	Data	Início	Fim	Perda Produção	Perda Tempo	Descrição	Trabalho Pendente	Operador	Campos preenchidos	Registo completo	% Eficácia	Componente Identificado	Modo de falha identificado	Descrição bem feita
MIS006	2-Jun	20:45	20:50	VERDADEIRO	5	Chamado devido ao distribuidor estar parado, cheguei ao local não existia alarmes, foi só dada ordem de arranque e este arrancou.	FALSO	Ivan	9	Sim	100%	Sim	Não	Não
PAL003	6-Jun			VERDADEIRO	0	Início de turno com arca cheia e paletizador parado. Foram limpos os transportadores de entrada e saída e o de paleta a carga corrigida a posição dos pêpês para o braço não os colocar mal no quadro de centragem. Foi afinada a foto-célula de presença de paleta. Mais tarde vinha-se a fazer reset ao braço.	FALSO	Ernesto	7	Não	78%	Sim	Sim	Sim
MIS004	6-Jun	4:20	4:35	VERDADEIRO	0	Reparada avaria na terceira secção, falta de corrente na electroválvula de arrefecimento dos punções.	FALSO	Ernesto	9	Sim	100%	Sim	Sim	Sim
PAL008	7-Jun	2:30	5:30	VERDADEIRO	0	Intervenção por falta de 24V na caixa de ligações do stacker. Um defeito quase inexplicável num ligador.	FALSO	Palaio	9	Sim	100%	Sim	Sim	Sim
PAL011	10-Jun	15:50	16:10	VERDADEIRO	5	Quando vinha da bomba de incêndios fui solicitado a este paletizador devido a uma célula da mesa situada junto da cintadora que estava desfocada foi necessário retirar suporte para reapertar o próprio suporte à estrutura a arca já estava mais de meia. Constatei também que os travões das linhas do stacker não estão em funcionamento.	FALSO	Ernesto	9	Sim	100%	Sim	Sim	Sim
PAL002	12-Jun	3:00	5:00	VERDADEIRO	0	Chamado a este paletizador devido ao rearmarem a formadora de bandejas esta arrancom com as abas em baixo e ter danificado as chapas os cilindros e parafusos se terem partido. Veio a empresa o Sr. Oliveira. Colocou a formadora fora de serviço e a paletizar com PP's.	FALSO	Sergio	9	Sim	100%	Sim	sim	Sim
MIS008	13-Jun			VERDADEIRO	0	Algumas afinações no detector do transfer mas é muito difícil devido as distancias das cabeças pois numas roçam e noutras passam a vários mms. Varia muita a velocidade e chega a parar por vezes.	FALSO	Bugalho	7	Não	78%	Sim	Não	Não
MIS001	15-Jun	4:35	5:00	VERDADEIRO	0	Muita água no de 3Kg no colector de chegada ao lado da máquina os depósitos estavam secos secadores estavam a trabalhar.	FALSO	jpdro	9	Sim	100%	Sim	Não	Não
MIS006	15-Jun	1:06	1:09	VERDADEIRO	0	Máquina parada distribuidor para fora - DOU Emergência - Emg defeitos no local.	FALSO	jpdro	9	Sim	100%	Não	Não	Não
PAL002	16-Jun	21:12	2:32	VERDADEIRO	25	problema falta de cola nas 4 pistolas ou so nas 2 norte máquina da cola manómetro da pressão deu a volta aumentada a temperatura nas pistolas na tentativa de melhorar o fluxo de cola houve alguma dificuldade por estar sozinho no paletizador (hora de comer) por ordem do chefe de turno optou-se por colocar PP.	FALSO	jpdro	9	Sim	100%	Sim	Sim	Sim
PAL007	16-Jun			VERDADEIRO	0	Continuação em conjunto com o colaborador João na avaria do paletizador.	FALSO	Ernesto	7	Não	78%	Sim	Não	Não

No final de cada mês, foi realizada uma auditoria aos registos durante o projecto de estágio (Quadro 3). Cada operador teve uma contagem de registos feita, indicando se têm os componentes identificados (peça ou objecto) e se o modo de falha foi identificado (origem ou causa). O objectivo estabelecido a atingir seria de 80%.

Quadro 3 - Eficiência do registo do componente e do modo de falha dos colaboradores da oficina eléctrica

Operador	Número total de operações e intervenções	Componentes identificados			Modos de falha identificados			Componentes e modos de falha identificados			Objectivo %
		Bom	Mau	%	Bom	Mau	%	Bom	Mau	%	
Ivan	2	2	0	100%	0	2	0%	0	2	0%	80%
Ernesto	7	7	0	100%	5	2	71%	5	2	71%	80%
Palaio	2	2	0	100%	1	1	50%	1	1	50%	80%
Sergio	1	1	0	100%	1	0	100%	1	0	100%	80%
Bugalho	1	1	0	100%	0	1	0%	0	1	0%	80%
Jpedro	6	4	2	67%	2	4	33%	2	4	33%	80%
Total	19	17	2	89%	9	10	47%	9	10	47%	80%

Ao longo do estágio, foi realizada uma auditoria mensal para saber se os registos estavam a ser realizados adequadamente ao longo de sete meses (Gráfico 1).

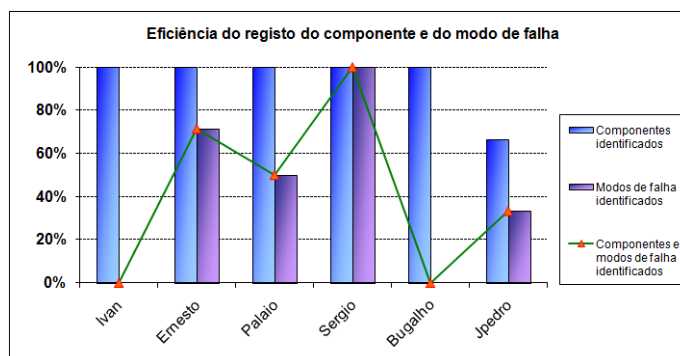


Gráfico 1 - Eficiência do registo do componente e do modo de falha dos colaboradores da oficina eléctrica em Junho 2010

A cada colaborador era dada informação sobre a qualidade do registo das avarias, para poderem melhorar a qualidade dos mesmos.

Nas auditorias efectuadas também foram registados as máquinas onde apareceram as avarias. Assim obtém-se a noção sobre a situação das avarias em geral na fábrica (Gráfico 2).

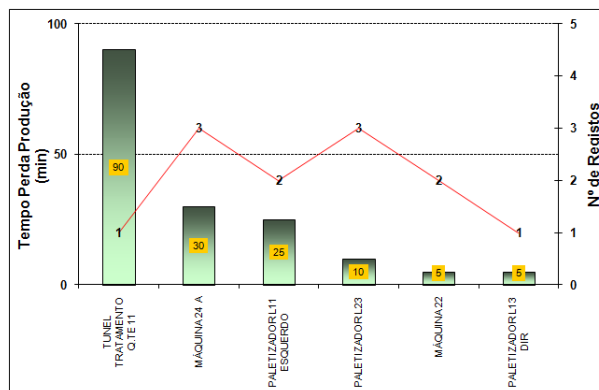


Gráfico 2 - Avarias em minutos registados pela oficina eléctrica em Junho 2010

4.4.2 PLAN - Recolha de dados das avarias da Produção

A recolha de dados foi feita através da base de dados da Produção. De facto, esta é a base de dados onde são registadas as perdas de produção e é o ponto de partida para a recolha de dados (Figura 15).

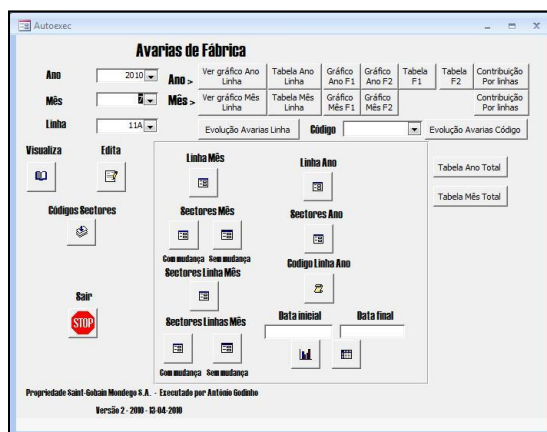


Figura 16 - Base de dados da Produção

Assim, foram recolhidos os dados sobre a perda de produção por avaria em minutos referentes aos meses de Junho e Julho de 2010.

Foi efectuado um diagrama de *Pareto* das avarias de Junho e de Julho (Gráfico 3). Esta ferramenta, ainda que simples, é extremamente poderosa na síntese dos dados para posterior análise.

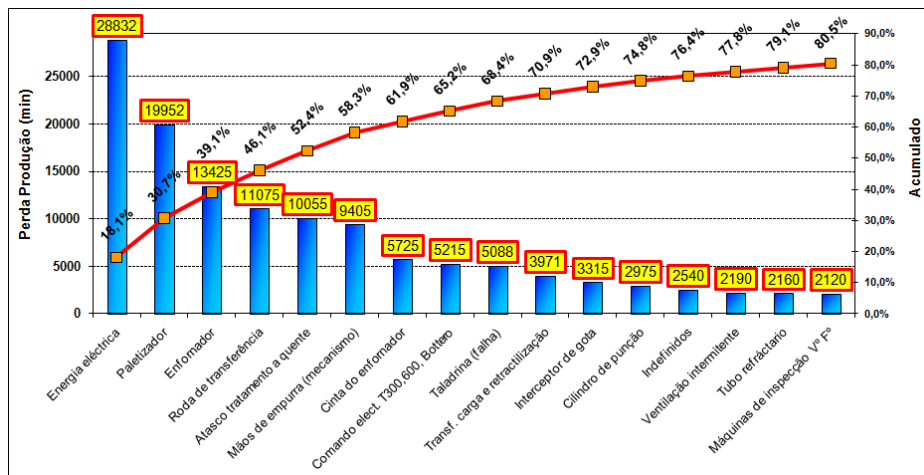


Gráfico 3 - Perda de produção por avarias nos meses de Junho e Julho em minutos

No mês de Julho, houve uma falha externa à organização que causou uma falha no fornecimento de energia à instalação fabril. Assim, retirando este elemento pontual da lista, o maior impacto na perda de produção por avaria foi causado por avarias nos paletizadores. A segunda maior causa foi os problemas no Vidro Quente, secção da fábrica onde se conforma a embalagem de vidro.

Para definir a motivação de uma terceira equipa, foi sugerido que se abordasse as avarias das máquinas de inspecção. Isto deveu-se essencialmente a dois motivos. O primeiro é o facto de as máquinas de inspecção serem máquinas externas ao processo de produção e não terem contacto directo com a matéria-prima, o que por si só já motiva algum tipo de análise. O segundo facto é que as máquinas de inspecção originarem grandes perdas quando estão paradas, por aglomerarem produção de dez secções por linha de produção.

No gráfico 4 verifica-se que as maiores avarias tiveram maior impacto na perda de produção, não são as que têm maior registo de avarias.

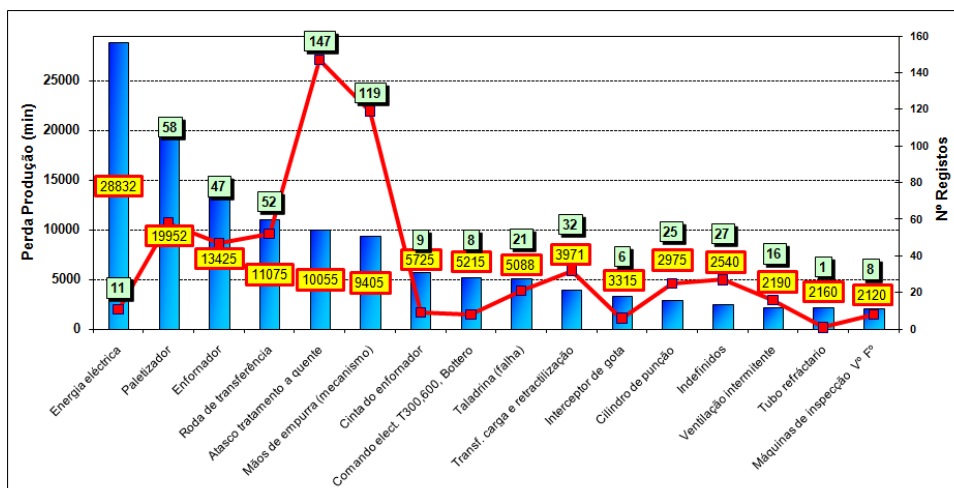


Gráfico 4 - Número de registos de avarias nos meses de Junho e Julho pela Produção

4.4.3 PLAN - Formação das equipas *Jishuken*

Após a monitorização durante os dois meses iniciais, e como é representado no gráfico 3, os paletizadores apresentaram a maior incidência de minutos de paragem.

Foi criada uma equipa *Jishuken* Paletizadores para actuar no segundo maior problema de perda de produção por avarias. Para ter uma abordagem prática e metódica, foi usada uma folha de registo de todos os passos e actividades desta equipa. O *Jishuken Sheet* é uma ferramenta utilizada pelo grupo de trabalho para resumir a abordagem usada ao atacar uma perda de produção ou avaria em particular. As características do *Jishuken Sheet* são baseadas numa abordagem sistemática para entender os conteúdos e os objectivos das actividades em particular, garantindo assim que serão usados dados e factos e não opiniões subjectivas. Desta forma foi traçada a história do grupo de trabalho e o progresso das actividades.

O enfornador e a roda de transferência foram os dois tipos de máquinas que tiveram mais problemas logo a seguir aos paletizadores. Para análise e proposta de soluções para as avarias deste tipo de equipamento foi criada uma equipa *Jishuken* Vidro Quente, essencialmente composta por colaboradores de afinação, troca de equipamento e de manutenção da secção de Vidro Quente.

Para a análise das avarias das máquinas de inspecção foi criada uma equipa *Jishuken* Vidro Frio, composta por afinadores e técnicos de manutenção de máquinas de inspecção. Resumindo foram criadas três equipas *Jishuken*:

- Equipa *Jishuken* **Paletizadores**
- Equipa *Jishuken* **Vidro Quente**
- Equipa *Jishuken* **Vidro Frio**

Assim, cada equipa foi formada por elementos indicados pela gestão da organização e foram-lhes facultadas todas as informações e registos efectuados nas bases de dados, principalmente a informação dos registos das avarias. A informação dos registos da manutenção serviu assim de base de partida para a análise das avarias em cada um dos equipamentos.

Cada equipa *Jishuken* tem um quadro de equipa, onde existem doze campos para preencher (Figura 16):

1. Perda identificada;
2. Elementos da equipa;
3. Tipo de perda;
4. Dados recolhidos;
5. Descrição do fenómeno;
6. Objectivos;
7. Planeamento;
8. Detalhes do problema e análises;
9. Medidas correctivas ou preventivas;
10. Monitorização;
11. Padronização;
12. Acções futuras.

1 PERDA IDENTIFICADA		2 ELEMENTOS DA EQUIPA		3 TIPO DE PERDA CLASSIFICAÇÃO POR TIPO DE PERDAS:		9 MEDIDAS CORRECTIVAS																																																													
- Paletizador da linha 24-A DATA REC: 10/07/2010 ASSINATURA:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>FUNÇÃO</th> <th>RESPONSABILIDADE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bruno Santos</td> <td>Chefe Manutenção</td> <td>Líder</td> </tr> <tr> <td>Carlos Palcio</td> <td>Electricista</td> <td>Participante</td> </tr> <tr> <td>Carlos Oliveira</td> <td>Mecânico</td> <td>Participante</td> </tr> </tbody> </table>		NOME	FUNÇÃO	RESPONSABILIDADE	Bruno Santos	Chefe Manutenção	Líder	Carlos Palcio	Electricista	Participante	Carlos Oliveira	Mecânico	Participante	<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESÍDUOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PEQUENAS PARAGENS</td> </tr> <tr> <td>MUDANÇAS DE FABRICO</td> </tr> <tr> <td>AVARIAS</td> </tr> <tr> <td>OUTRAS</td> </tr> </tbody> </table> OBS: Avaria no paletizador da linha 24-A		RESÍDUOS	PEQUENAS PARAGENS	MUDANÇAS DE FABRICO	AVARIAS	OUTRAS	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MEDIDAS CORRECTIVAS</th> <th>RESPONSÁVEL</th> <th>QUANDO</th> <th>PROCESSAMENTO</th> <th>VERIFICAÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Saint-Gobain Mondrago deve dar formação sobre equipamento Variador electrónico de Velocidade</td> <td>Bruno</td> <td>30-01-2011</td> <td>1</td> <td>Bruno</td> </tr> <tr> <td>Saint-Gobain Mondrago deve dar formação sobre equipamento Variador electrónico de Velocidade</td> <td>Bruno</td> <td>Quando possível</td> <td>2</td> <td>Bruno</td> </tr> <tr> <td>Criar um procedimento/algoritmo para ser seguido pelos colaboradores sempre que haja uma avaria similar</td> <td>Bruno</td> <td>30-11-2010</td> <td>3</td> <td>Bruno</td> </tr> <tr> <td>Elaborar registo de todo o material em armazém</td> <td>Bruno + Góis</td> <td>31-01-2011</td> <td>4</td> <td>Bruno + Góis</td> </tr> <tr> <td>Adquirir motor de reserva para todos os motores de paletizador</td> <td>Bruno + Góis</td> <td>31-01-2011</td> <td>5</td> <td>Bruno + Góis</td> </tr> <tr> <td>Registar todas as intervenções sobre o equipamento de forma a poder ser seguido, quer esteja em produção ou em armazém</td> <td>Góis</td> <td>Concluído</td> <td>6</td> <td>Bruno</td> </tr> <tr> <td>Localizar e estabelecer plano de contingência para chamada de manutenção fora de horas</td> <td>Góis</td> <td>30-11-2011</td> <td>7</td> <td>Bruno</td> </tr> </tbody> </table>					MEDIDAS CORRECTIVAS	RESPONSÁVEL	QUANDO	PROCESSAMENTO	VERIFICAÇÃO	Saint-Gobain Mondrago deve dar formação sobre equipamento Variador electrónico de Velocidade	Bruno	30-01-2011	1	Bruno	Saint-Gobain Mondrago deve dar formação sobre equipamento Variador electrónico de Velocidade	Bruno	Quando possível	2	Bruno	Criar um procedimento/algoritmo para ser seguido pelos colaboradores sempre que haja uma avaria similar	Bruno	30-11-2010	3	Bruno	Elaborar registo de todo o material em armazém	Bruno + Góis	31-01-2011	4	Bruno + Góis	Adquirir motor de reserva para todos os motores de paletizador	Bruno + Góis	31-01-2011	5	Bruno + Góis	Registar todas as intervenções sobre o equipamento de forma a poder ser seguido, quer esteja em produção ou em armazém	Góis	Concluído	6	Bruno	Localizar e estabelecer plano de contingência para chamada de manutenção fora de horas	Góis	30-11-2011	7	Bruno
NOME	FUNÇÃO	RESPONSABILIDADE																																																																	
Bruno Santos	Chefe Manutenção	Líder																																																																	
Carlos Palcio	Electricista	Participante																																																																	
Carlos Oliveira	Mecânico	Participante																																																																	
RESÍDUOS																																																																			
PEQUENAS PARAGENS																																																																			
MUDANÇAS DE FABRICO																																																																			
AVARIAS																																																																			
OUTRAS																																																																			
MEDIDAS CORRECTIVAS	RESPONSÁVEL	QUANDO	PROCESSAMENTO	VERIFICAÇÃO																																																															
Saint-Gobain Mondrago deve dar formação sobre equipamento Variador electrónico de Velocidade	Bruno	30-01-2011	1	Bruno																																																															
Saint-Gobain Mondrago deve dar formação sobre equipamento Variador electrónico de Velocidade	Bruno	Quando possível	2	Bruno																																																															
Criar um procedimento/algoritmo para ser seguido pelos colaboradores sempre que haja uma avaria similar	Bruno	30-11-2010	3	Bruno																																																															
Elaborar registo de todo o material em armazém	Bruno + Góis	31-01-2011	4	Bruno + Góis																																																															
Adquirir motor de reserva para todos os motores de paletizador	Bruno + Góis	31-01-2011	5	Bruno + Góis																																																															
Registar todas as intervenções sobre o equipamento de forma a poder ser seguido, quer esteja em produção ou em armazém	Góis	Concluído	6	Bruno																																																															
Localizar e estabelecer plano de contingência para chamada de manutenção fora de horas	Góis	30-11-2011	7	Bruno																																																															
4 DADOS RECOLHIDOS		5 DESCRIÇÃO DO FENÓMENO				10 RESULTADOS/MONITORIZAÇÃO																																																													
		- Nos meses de Junho e Julho foi analisado o impacto das avarias na produção da fábrica. Pelos dados recolhidos, as avarias por paletizador foram a 2ª maior causa de perda de produção. Foi feito o desdobramento por linha e a pior linha foi a 24-A. - Para detectar possíveis causas para as avarias desta linha foram usados os dados da base de dados da oficina dos mecânicos e electricistas. Conclui-se que a avaria no paletizador da linha 24-A foi originada por um motor queimado. - Esta análise faz-se essencialmente no tempo elevado de reparação do motor do paletizador da linha 24-A. Tentou perceber-se qual a causa para o elevado tempo dispendido para resolução da avaria.				<table border="1"> <thead> <tr> <th>SEMI</th> <th>SEMI</th> <th>SEMI</th> <th>SEMI</th> <th>SEMI</th> <th>SEMI</th> <th>SEMI</th> </tr> <tr> <th>35</th> <th>36</th> <th>37</th> <th>38</th> <th>39</th> <th>40</th> <th>41</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Descrição de dados</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Análise causa-efeito</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Análise 5 Porquês</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ações implementadas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Padronização</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					SEMI	SEMI	SEMI	SEMI	SEMI	SEMI	SEMI	35	36	37	38	39	40	41	Descrição de dados							Análise causa-efeito							Análise 5 Porquês							Ações implementadas							Padronização														
SEMI	SEMI	SEMI	SEMI	SEMI	SEMI	SEMI																																																													
35	36	37	38	39	40	41																																																													
Descrição de dados																																																																			
Análise causa-efeito																																																																			
Análise 5 Porquês																																																																			
Ações implementadas																																																																			
Padronização																																																																			
6 OBJECTIVOS		7 PLANEAMENTO				11 PADRONIZAÇÃO																																																													
- Diminuir as perdas por avaria do paletizador		- A avaria não voltou a ser detectada devido à sua natureza. - Apareceram novas situações, talvez não recorrentes mas com maior impacto pontual - No entanto, no sector de todos os minutos, voltou a ter uma importância relativamente grande. A averia. - Aborcer uma grande avaria no sector pontual? A averia. - Algumas medidas já estavam em execução. Monitorização a averia.				- Procedimento para reparação de avarias - Falta de formação para parametrizar paletizadores - Colheita de material e equipamento em armazém																																																													
8 DETALHES DO PROBLEMA E ANÁLISES		12 AÇÕES FUTURAS																																																																	
		- Expansão para outros links - Potenciar o capital humano para lidar com avarias futuras, através de formação adequada.																																																																	

Figura 17 - Jishuken Sheet da equipa Paletizador

A cada equipa *Jishuken* foi facultada informação das avarias, tais como os dias e a duração das mesmas (Figura 17).

Relatório de Avarias		
Data	Perda de produção (min)	Motivo
22-06-2010	200	Avaria paletizador
12-07-2010	96	Queda de pisos no paletizador
18-07-2010	4080	Avaria paletizador
26-07-2010	112	Queda paleta no paletizador

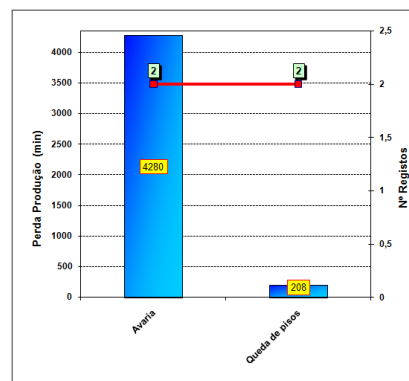


Figura 18 - Desdobramento das avarias no Paletizador 24-Dir. nos meses de Junho e Julho

Após a formação das equipas em Agosto, tal como definido no cronograma, as equipas reuniram-se para análise dos problemas. Cada equipa, equipa *Jishuken* teve um quadro de acompanhamento de actividades (Figura 18).



Figura 19 - Desdobramento das avarias no Paletizador 24-Dir. nos meses de Junho e Julho

4.4.4 PLAN - Análise das causas usando o Diagrama de Ishikawa

Para a análise da causa ou das causas da avaria foi usado o Diagrama de *Ishikawa*. Este diagrama serve para evidenciar, classificar e correlacionar as possíveis causas de um problema. Serve também para orientar e focalizar a discussão sobre o problema em questão. Finalmente, o diagrama e a discussão dos argumentos ajudaram na tomada de novas decisões e de acções futuras.

Partindo do princípio que as equipas definiram de modo claro e sucinto a origem do problema, este foi definido usando os registos das bases de dados da Produção, que indicou os minutos de paragem por avaria, e os registos da Manutenção, que indicaram de modo claro os modos de falha da avaria. Inicialmente, indicou-se a causa dentro do rectângulo colocado no lado direito do papel. Para cada causa macro, identificaram-se todas as causas e sub-causas do problema, ramificando sempre os ramos principais. Definiram-se as causas mais prováveis, aquelas com maior incidência no problema, classificando-as por ordem de importância.

Nas reuniões de grupo, foi utilizada a técnica de *Brainstorming*, que consiste em expor ideias livremente, permitindo assim o grupo exprimir o maior número de ideias possível, identificando assim uma série de parâmetros ou ideias. O *Brainstorming* seguiu uma estrutura semi-estruturada, onde existiu um moderador e cada pessoa foi convidada a expor as suas ideias. Cada colaborador fala sobre as suas ideias, sem ordem específica, estando sempre presentes numa base relaxada. Nas reuniões tentou-se nunca criticar as ideias dos outros colaboradores, escrevendo-as no papel, eliminando ideias idênticas e nunca interpretando as mesmas. No final, todos os participantes tentaram estar em sintonia e de acordo com todas as sugestões.

Agruparam-se as diversas causas que foram evidenciadas e construiu-se um diagrama para cada problema (origem e duração), grifando as causas mais prováveis. Foram grifadas as mais importantes para colocá-las em evidência, geralmente após o esgotamento das ideias no diagrama causa-efeito. A atenção foi mais focada na solução dos problemas do que na origem das causas.

A versão usada nas equipas *Jishuken* foi um diagrama construído usando como base as 5 causas primárias:

- Mão-de-obra;
- Máquina;
- Meio ambiente;
- Material;
- Método.

A cada causa foi dado um grau de influência na relação com a avaria:

- Alta (Influência 8);
- Média (Influência 5);
- Baixa (Influência 2).

As influências foram somadas para facilitar a visão sobre a importância de cada uma das cinco causas principais sobre a avaria ou problema.

4.4.4.1 *PLAN* - Análise das causas pela equipa *Jishuken* Paletizador

A equipa *Jishuken* criada para analisar o problema do Paletizador desdobrou-se em duas situações distintas. Após alguma discussão de ideias e apoiando-se na análise dos dados da base de dados da Manutenção, a equipa chegou a alguns resultados. Havia duas análises que poderiam ser feitas; uma análise baseada na origem da avaria e outra análise baseada no elevado tempo de paragem para reparação.

Com uma análise atenta aos dados da base de dados da Manutenção e pegando nos registos das avarias com perda de produção, concluíram que a avaria que originou o elevado tempo de paragem de máquina, que neste caso é o Paletizador 24-Dir., foi o motor queimado do carro de elevação do paletizador (Figura 18).



Figura 20 - Paletizador 24-Dir.

A equipa focou-se não só na origem da avaria mas também no elevado tempo de reparação do mesmo. Usando os registos da base de dados da Manutenção, chegaram a algumas conclusões. No dia 19 de Julho, a Produção declarou uma paragem efectiva de 4080 minutos, ou seja, seis horas e quarenta e oito minutos de paragem real, visto que a desmultiplicação de máquina de conformação por dez secções, dá uma paragem real diferente da paragem nominal. A Manutenção tinha nos seus registos uma avaria no paletizador 24-Dir. por motor queimado do elevador do paletizador. Após terem sido contactados, demoraram cerca de sete horas na reparação e posterior acompanhamento da avaria.

Na abordagem a este problema foram apresentadas sete possíveis causas para a origem da avaria e também sete possíveis causas para o longo tempo de reparação da avaria (Figura 19).

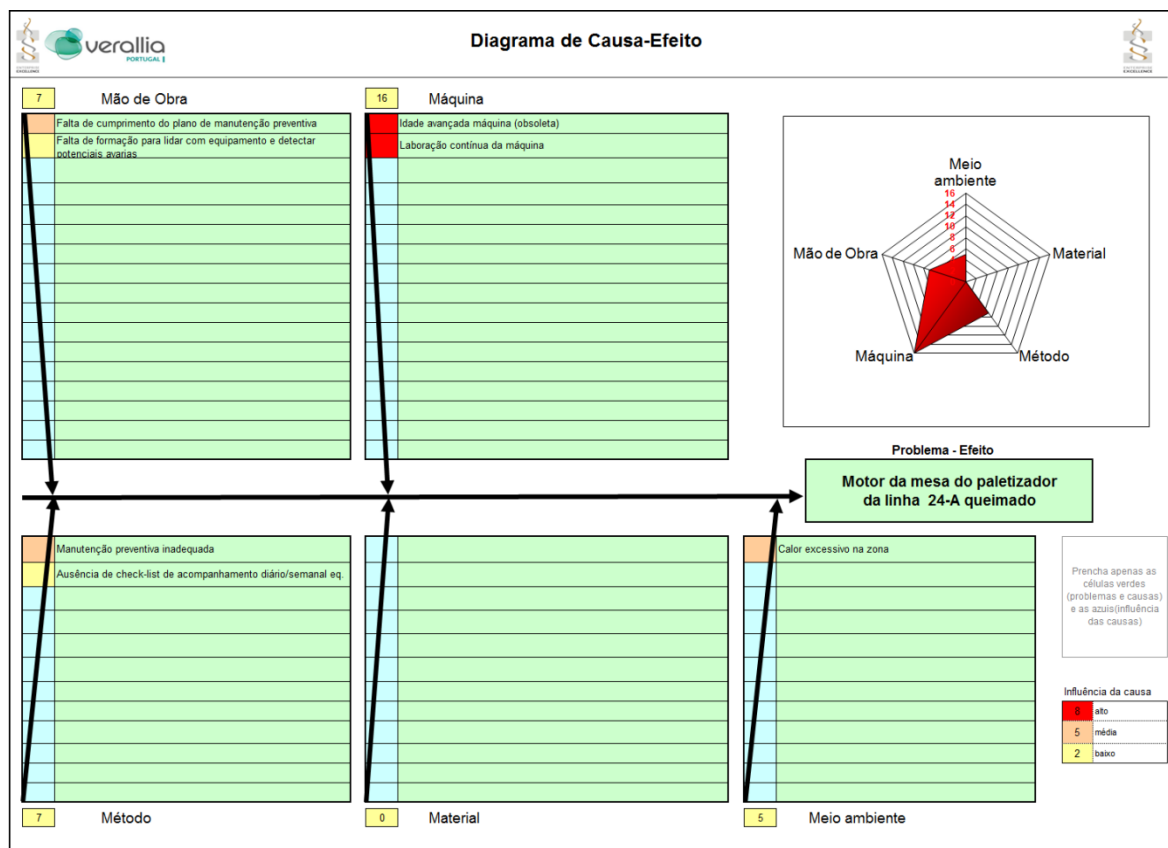


Figura 21 - Diagrama de *Ishikawa*: Motor de mesa do paletizador 24-Dir.

Assim temos como possíveis causas:

- Falta de cumprimento do plano de manutenção preventiva (Mão de obra, influência 5);
- Falta de formação (Mão de obra, influência 8);
- Laboração contínua da máquina (Máquina, influência 5);
- Idade avançada (Máquina, influência 8);
- Ausência de *check-list* para manutenção preventiva (Máquina, influência 2);
- Calor excessivo e manutenção preventiva inadequada (Meio ambiente, influência 5);
- Manutenção preventiva inadequada (Método, influência 5).

Em relação à origem da avaria foi feita outra análise que originou outro Diagrama de Ishikawa (Figura 20).

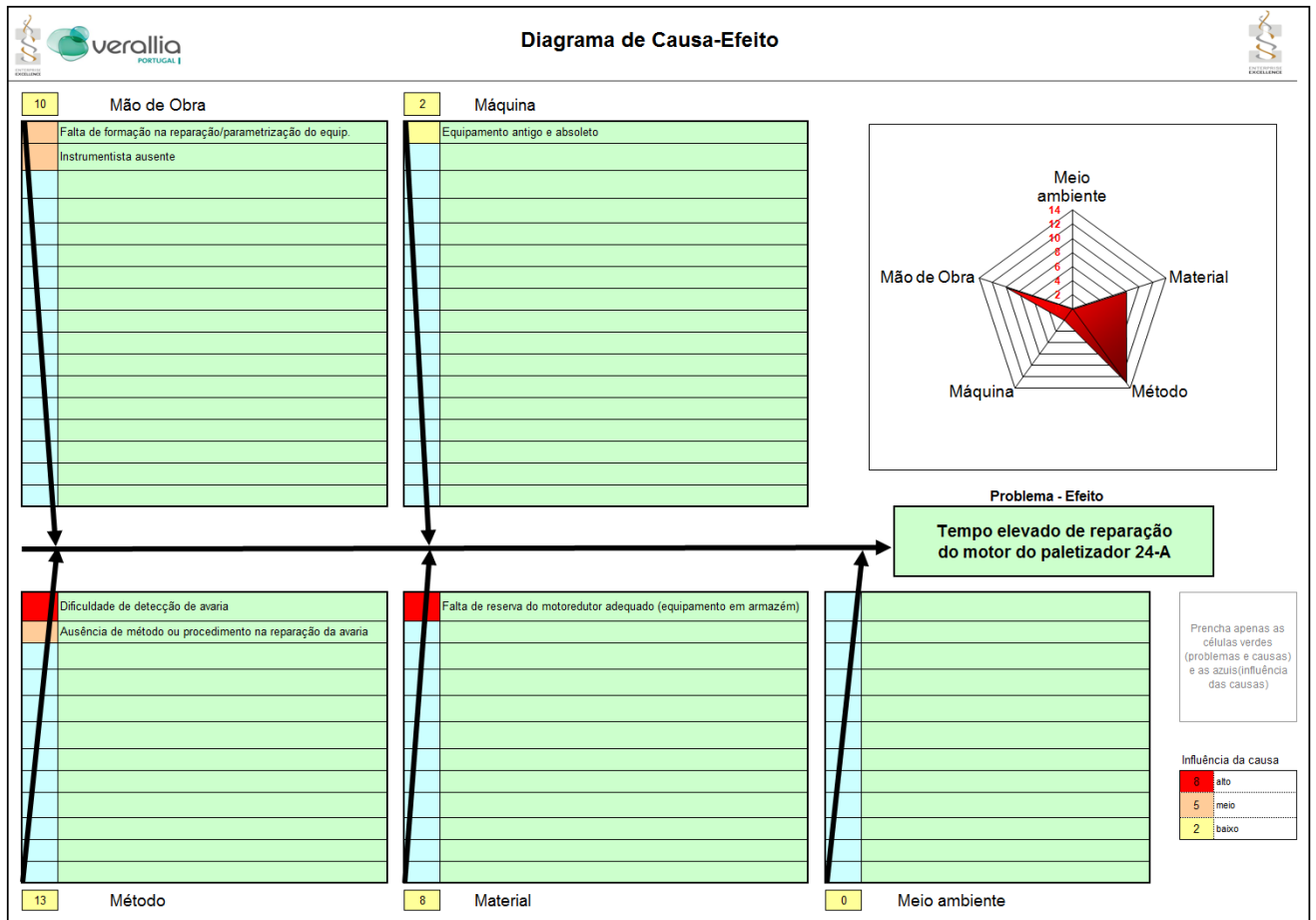


Figura 22 - Diagrama de Ishikawa: Tempo elevado de reparação do paletizador 24-Dir.

Assim, temos como causas potenciais para o elevado tempo de reparação:

- Falta de formação para reparação/parametrização do equipamento (Mão de obra, influência 5);
- Dificuldade de detecção da avaria, ausência do método ou procedimento na reparação da avaria (Método, influência 5);
- Falta de reserva adequada (Material, influência 8);
- Equipamento antigo e obsoleto (Máquina, influência 2);
- Falta de registos de avarias sobre o equipamento em questão (Máquina, influência 2);

- Instrumentista ausente (Mão de obra, influência 5).

As várias propostas para a causa do problema foram agrupadas por tipo de causa e foram somados os seus impactos na causa principal para verificar a importância de cada uma na abordagem ao problema (Gráfico 5).

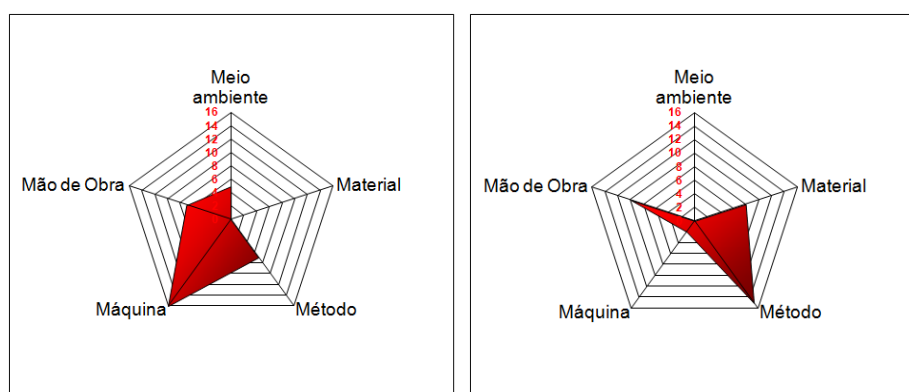


Gráfico 5 - Comparação entre as influências entre a origem da avaria do motor (esquerda) e o tempo elevado de reparação (direita) da mesa do paletizador 24-Dir.

Como se pode verificar, um método inadequado poderá ser a razão do longo tempo de reparação do motor da mesa do paletizador 24-Dir., embora o material e a mão-de-obra também possam ser a causa do problema. Esta análise é muito prática, na medida em que põe de lado a hipótese meio ambiente para o elevado tempo de reparação. No entanto, como origem do problema, poderá já ter algum impacto devido ao calor excessivo que pode ter afectado o equipamento.

Podemos verificar que ao contrário do que acontecia com a análise da duração de reparação do tempo de avaria, aqui a causa com maior relevância para a origem da avaria é a máquina, seguida com alguma influência pelo método.

4.4.4.2 PLAN - Análise das causas pela equipa *Jishuken* Vidro Frio

A equipa *Jishuken* Vidro Frio após uma primeira reunião também chegou a alguns resultados idênticos. Após uma análise aos registos não foi identificada qualquer avaria com perda de produção na Manutenção. Analisando mais ao pormenor os registos, verificou-se que existia uma avaria mas sem perda de produção e sem minutos de perda

de produção. Nesse momento, registou-se o facto de não haver uma clara compreensão dos conceitos que haviam sido previamente estabelecidos, existindo alguma discrepância entre o que tinha sido pedido e o que tinha sido feito. Como tal, foi dado *feed-back* sobre o que era exigido para corrigir em situações futuras.

Partindo deste ponto, a equipa *Jishuken* Vidro Frio após alguma discussão, chegou ao resultado que a avaria que teve maior impacto nas máquinas de inspecção se deveu essencialmente à avaria do dia vinte e cinco de Julho e que teve um impacto de novecentos minutos na paragem da produção.

Na verdade, o tempo real foi inferior, isto porque a máquina está situada numa linha que absorve a produção de dez secções de uma máquina IS, na realidade houve uma paragem de uma hora e meia. O problema desta avaria residiu essencialmente no rolamento do carro que devido ao esforço quebrou (Figura 21).

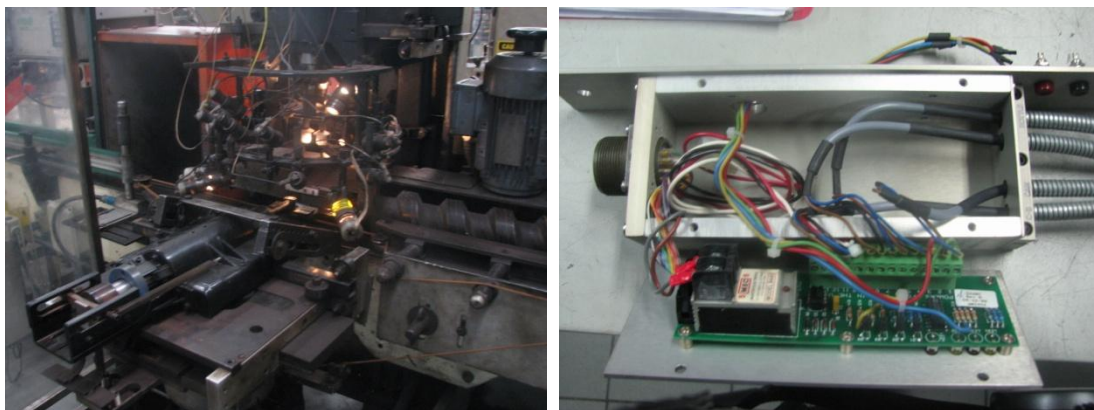


Figura 23 - Máquina de inspecção Combi Esquerda da linha 11 com detector de garrafa em destaque

No entanto, esta avaria por si só não justifica um tempo tão elevado de paragem e isso também foi analisado ao pormenor. Ao analisar a avaria a equipa decidiu estabelecer duas análises evidenciando dois problemas, a causa propriamente dita que originou a avaria e a duração de reparação do problema.

No Diagrama de *Ishikawa* para a origem do problema com o rolamento estão:

- Falha do cumprimento do plano de manutenção (Mão de obra, influência 2);
- Disposição e estruturação da máquina de inspecção (Máquina, influência 5);

- Posição da máquina na linha de inspecção (Máquina, influência 5);
- Laboração contínua da máquina (Máquina, influência 2);
- Idade avançada da máquina (Máquina, influência 2);
- Vidros nos tapetes (Material, influência 8);
- Excesso de esforço nos mecanismos (Método, influência 8);
- Ausência do procedimento de manutenção preventiva (Método, influência 5);
- Procedimento de manutenção preventiva inadequado (Método, influência 2);
- Falta de plano de inspecções de rolamentos (Método, influência 2).

Em relação à duração da reparação temos como possíveis causas:

- Falta de formação do operador de Vidro Frio para reparar a avaria (Método, influência 5);
- Falta de material de reserva (Máquina, influência 2);
- Especificações ou características da máquina (Máquina, influência 5);
- Dificuldade de reparação da avaria (Mão de obra, influência 8);
- Ausência de método para reparação da avaria (Método, influência 8);
- Manutenção correctiva não efectuada conforme procedimento (Mão de obra, influência 8);
- Falta de tempo para retirar ou limpar garrafas no tapete da Combi (Material, influência 2).

As várias propostas para a elevada duração da reparação e da origem da avaria foram agrupadas por tipo de causa e foram somados os seus impactos na causa principal para verificar a importância de cada uma na abordagem ao problema (Gráfico 6).

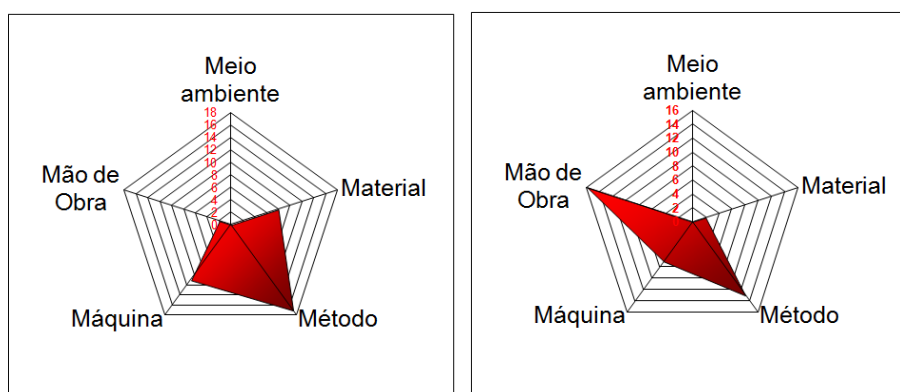


Gráfico 6 - Comparação entre as influências das causas na origem da avaria (esquerda) e do rolamento do carro horizontal da Combi (direita)

As duas análises do Diagrama de *Ishikawa* originaram resultados um pouco divergentes. O método assume uma especial relevância para este tipo de avaria no rolamento e sua posterior reparação, devido em grande parte a uma falta de manutenção preventiva para a avaria e uma falta de manutenção correctiva para a manutenção correctiva.

Na origem da avaria, o maior impacto vem do método ou falta dele para fazer manutenção preventiva. A máquina e o material são causas com menor impacto, no entanto, têm um peso ainda considerável na influência dos factores. A mão-de-obra e o método têm muita influência no elevado tempo de reparação. Tanto num como no outro caso, o meio ambiente não teve qualquer impacto digno de registo.

4.4.4.3 *PLAN* - Análise das causas pela equipa *Jishuken* Vidro Quente

A equipa *Jishuken* Vidro Quente reuniu-se e analisou os registos das avarias para a oficina de moldes. Após uma análise mais detalhada ao registo das avarias, a equipa de trabalho focou-se essencialmente na causa para os dedos partidos da roda de transferência (Figura 22). Existiram três registos de substituição de equipamento relacionado com a roda de transferência nos dias quinze, vinte e três e vinte e seis de Julho. Estas três situações foram cuidadosamente revistas pela equipa e foram apresentadas possíveis causas para esta situação.

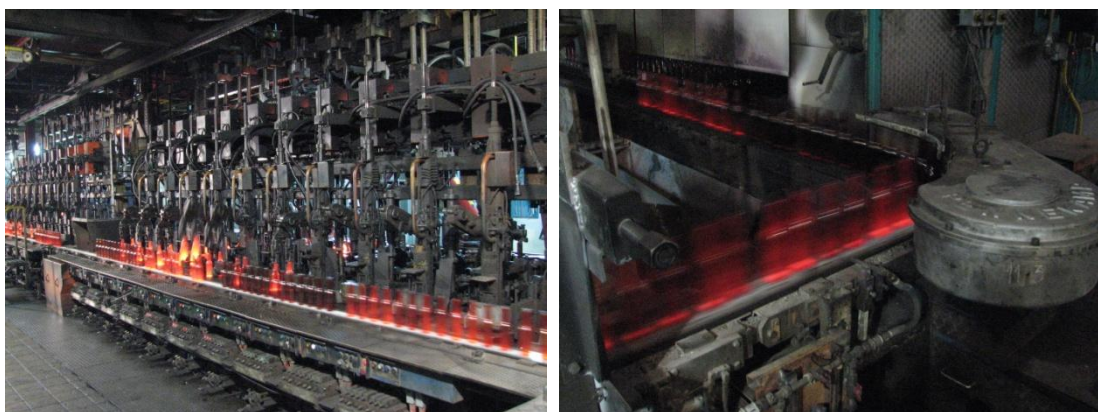


Figura 24 - Máquina IS da linha 1, com destaque para a roda de transferência

Foram apresentadas quinze possíveis causas para este tipo de avaria:

- Falta de formação para lidar com equipamento degradado (Mão de obra, influência 5);
- Falta de manutenção preventiva da roda de transferência (Mão de obra, influência 5);
- Má afinação da máquina IS (Mão de obra, influência 5);
- Desgaste da cinta dos tambores (Máquina, influência 8);
- Falta de limpeza da cinta e dos tambores em cada mudança de fabrico (Máquina, influência 2);
- Falta de manutenção dos motores da mão de empurra (Máquina, influência 2);
- Rolamentos da roda de transferência desgastados (Máquina, influência 2);
- Chapa ponte degradada (Máquina, influência 2);
- Circuito PAF dos dedos obstruído (Máquina, influência 2);
- Lubrificação da cinta com vários óleos (Máquina, influência 5);
- Zona bastante quente e ventilada (Meio ambiente, influência 8);
- Garrafa com perfil desequilibrado (Método, influência 2);
- Garrafa com pouco peso no fundo (Método, influência 2);
- Ejecção da X-Par move a garrafa ao lado (Método, influência 2);
- Velocidade de produção é elevada (Método, influência 2).

As várias propostas para a duração de reparação da avaria foram agrupadas por tipo de causa e foram somados os seus impactos na causa principal para verificar a importância de cada uma na abordagem ao problema (Gráfico 7).

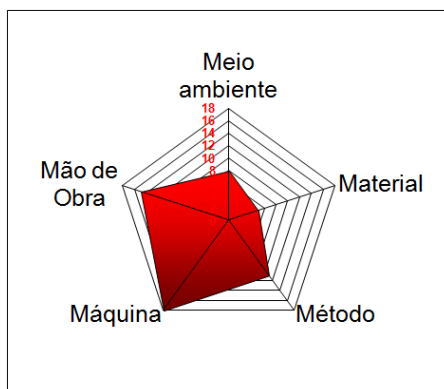


Gráfico 7 - Influências de cada causa na origem da avaria do dedo da roda de transferência

Em todos os grupos de trabalho foram apontadas possíveis causas, que serviram de base para o passo seguinte deste processo e onde foram desenvolvidas.

4.4.5 PLAN - Análise das causas usando ferramenta 5 Porquês

Para complementar a análise do Diagrama de *Ishikawa*, usou-se a análise dos 5 *Porquês*. As causas raiz de um problema são a origem de uma cadeia de eventos que conduzem a este problema. Esta ferramenta baseia-se essencialmente em responder tantas vezes quantas as que forem precisas à pergunta “porquê?”, caminhando assim progressivamente e profundamente para a definição das contra-medidas eficazes.

Definiram-se as causas, tentando partir do problema e perguntando-se porquê. Normalmente, existiram diversas respostas possíveis e existiu o cuidado para não inventar situações ou soluções, mas sim recolher e apontar provas. Procurou-se essencialmente com esta ferramenta, atacar e completar a parte mais idónea.

Na abordagem à definição das causas, usaram-se frases simples, tentaram-se quantificar as afirmações e as análises foram baseadas em dados reais, nunca tendo sido baseado nenhuma análise dos 5 *Porquês* exclusivamente na própria experiência.


Na análise dos 5 *Porquês*, as equipas tentaram deduzir sempre pequenos passos lógicos. A análise considerou-se concluída, apenas depois da identificação de todas as causas raízes do problema. Alguns erros típicos que se tentaram evitar foram tirar conclusões precipitadas, atacar os sintomas e não as causas, não ter existido recolha suficiente de dados e não ter bem definido o problema. Acima de tudo desenvolveram-se os detalhes até cada uma das causas-raiz do problema e enumeraram-se as causas e acções com atenção para controlar a análise realizada e para manter o vínculo entre causas e acções. Após esta etapa, foram definidos uma série de acções correctivas ou preventivas.

Em evidência no quadro 4, está a análise 5 *Porquês* que a Equipa *Jishuken* Paletizador fez para encontrar as causas que poderiam ter estado na origem dos problemas. Na análise 5 *Porquês* para encontrar causas para a origem da avaria, todas as causas propostas foram aceites pelos participantes como sendo uma causa válida para aquele tipo de problema. Cada porquê originava outro porquê, até ser encontrado a causa-raiz

do problema. Desta forma, cada causa originou uma acção, preventiva ou correctiva conforme o caso.

Esta ferramenta foi usada de igual maneira em todas as equipas *Jishuken*. Assim, após esta fase e onde se encontraram as causas potenciais para cada uma das avarias, seguiu-se a segunda etapa do ciclo PDCA, a fase *DO*.

Quadro 4 - Análise 5 Porquês do tempo elevado de reparação do motor do paletizador 24-Dir.

<div><div></div><div>5 Porquês - Análise</div></div>																
Descrição do Problema	Causas Potenciais										5M	Acções				
	Porquê (1) (Causa Primária)	%	Verificar	Porquê (2)	Verificar	Porquê (3)	Verificar	Porquê (4)	Verificar	Porquê (5)	Verificar	Acção Preventiva (Longo Prazo)	Plano Completo (Data)	Acção Correctiva (Curto Prazo)	Plano Completo (Data)	Resp.
Tempo elevado de reparação do motor do paletizador 24-A	Falta de formação para reparação/parametrização do equipamento		Sim	Não foi dada formação aos colaboradores na parameterização do VEV	Sim						Mão-de-obra	Saint-Gobain Mondego deve dar formação sobre equipamento Variador electrónico de Velocidade	30-01-2011			Godinho
	Dificuldade de detecção de avaria		Sim	Equipamento desconhecido	Sim	Reparação do tipo tentativa e erro	Sim	Falta de experiência / método no diagnóstico da avaria	Sim		Método	Saint-Gobain Mondego deve dar formação sobre equipamento Variador electrónico de Velocidade	30-01-2011			Bruno
	Ausência de método ou procedimento na reparação da avaria		Sim	Não existem indicações sobre o material	Sim	Não existem indicações sobre eventuais avarias do material	Sim	Não existe manual do fabricante	Sim	Não existe procedimento escrito para seguir em caso de avaria	Sim	Método	Criar um procedimento/algoritmo para ser seguido pelos colaboradores sempre que haja uma avaria similar	31-12-2010		Equipa
	Falta de reserva adequada (equipamento)		Sim	Não é feito o registo do material em armazém	Sim	Não existe catálogo do material em armazém	Sim				Material			Iniciar registo de todo o material em armazém	31-01-2011	Bruno + Góis
	Equipamento antigo e obsoleto		Sim	Material obsoleto não é compatível com material em armazém	Sim	Não é feito o seguimento ao equipamento em produção e em armazém	Sim	Não existe estudo de equivalências entre motores / caixas redutoras	Sim		Máquina	Adquirir motor de reserva para todos os motores de paletizador	31-01-2011			Bruno + Góis
	Falta de registos avarias sobre o equipamento em questão		Sim	Inexistência de informação sobre as avarias anteriores relacionadas com o mesmo equipamento	Sim						Método			Registar todas as intervenções sobre o equipamento de forma a poder ser seguido, quer esteja em produção ou em armazém	Concluído	Góis
	Instrumentista ausente		Sim	Não existem instrumentistas na jornada nocturna de trabalho	Sim	Está estabelecido nas regras de fábrica	Sim				Mão-de-obra	Localizar e estabelecer plano de contingência para chamada de instrumentista fora de horas	30-11-2010			Bruno

4.5 DO - 2ª Etapa de implementação do Ciclo PDCA

Usando a ferramenta *5 Porquês*, foram definidas as acções para as causas-raíz identificadas para o tipo de problema especificado no Diagrama de *Ishikawa*.

As equipas de trabalho *Jishuken* procuraram pesquisar e analisar possíveis soluções e planearam medidas correctivas ou preventivas de acordo com a análise efectuada nos *5 Porquês*.

Existiam 5 campos que podiam ser preenchidos:

- Acção preventiva (longo prazo);
- Data de cumprimento da acção preventiva;
- Acção correctiva (curto prazo);
- Data de cumprimento da acção correctiva;
- Responsável.

O planeamento das acções foi visível, simples e eficaz de forma a ser uma boa ferramenta de planeamento. Depois desta fase, entrou-se na segunda fase do ciclo de Deming.


4.5.1 DO - Implementação das acções pela equipa *Jishuken* Paletizador

Como já vimos anteriormente, a equipa *Jishuken* criada para analisar o problema do Paletizador desdobrou-se em duas situações distintas. A reunião que a equipa fez e que originou o diagrama de *Ishikawa* e os *5 Porquês* para a análise da origem da avaria no paletizador resultou em várias acções (Quadro 5).

A análise para as causas da origem da avaria do motor queimado do paletizador 24-Dir. originou sete causas possíveis que por sua vez originaram sete possíveis acções de correcção ou prevenção. Das sete acções propostas, seis delas são de natureza comportamental e a restante é de natureza logística.

Acções						
Acção Preventiva (Longo Prazo)	Plano Completo (Data)	Acção Correctiva (Curto Prazo)	Plano Completo (Data)	Número Acção	Resp.	
Implementação de procedimento diário/semanal para manutenção preventiva	11-10-2010			1	Bruno	
Formar os electricistas no plano de manutenção preventiva	11-10-2010			2	Bruno	
Saint-Gobain Mondego deve dar formação ao instalar novo equipamento na fábrica	31-12-2010 Iniciada			3	Bruno	
Calcular MTBF para adequar manutenção preventiva antes da avaria	11-10-2010			4	Bruo	
Calcular MTBF para adequar manutenção preventiva antes da avaria	11-10-2010			5	Bruno	
Criar uma lista de verificação (check-list) para manutenção do equipamento quando houver mudanças de fabrico	11-10-2010			6	Bruno	
		Implementação de sistema de insuflação de ar frio na fábrica	25-10-2010	7	Equipa	

Os procedimentos e cálculos de *MTBF* (Figura 23) foram implementados a onze de Outubro de 2010, ou seja, três semanas depois do término oficial das actividades *Jishuken*. Foram procedimentos que acima de tudo promoviam a mudança de comportamento para aumentar a eficácia da Manutenção Preventiva da organização.

	RFP Nº048/2016
--	-----------------------

Manutenção Preventiva

DESTINATÁRIOS:

Câmara do Município _____
 Club de Tênis Municipal _____
 Centro Síntese de Gestão Integrada _____
 Esportivo Olímpico Estadual _____
 Esportivo Olímpico Municipal _____

NÚMERO	NOME	DATA DE RECEBIMENTO	DATA DE DEVOLUÇÃO
001	MUNICÍPIO	10/05/2016	10/05/2016

Pag. 1 de 7

Este documento contém informações sobre o processo de licitação. Não divulgar informações contidas aqui sob pena de sanção.

61

Em relação à acção que envolveu algum custo e teve algum impacto logístico na organização, foi a implementação de um sistema de insuflação de ar frio (Figura 24). É de realçar que esta acção proposta pela equipa não teve por si só a capacidade de mobilizar a gestão de topo para a sua implementação, no entanto reforçou a ideia de implementação deste sistema.



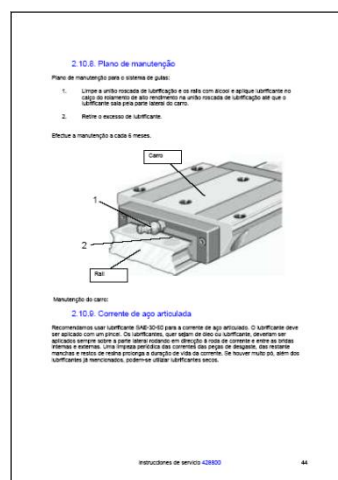
Figura 26 - Acção sugerida e implementada pela equipa *Jishuken* Paletizador

A análise à duração da avaria originou um novo diagrama de *Ishikawa* e consequentemente um *5 Porquês* diferente. A análise mostrou sete possíveis causas para o tempo elevado de reparação do motor do carro grade do paletizador. Estas sete causas originaram oito acções, sete delas preventivas e uma correctiva (Quadro 6):

Quadro 6 - Acções implementadas pela equipa Jishuken Paletizador

Acções					
Acção Preventiva (Longo Prazo)	Plano Completo (Data)	Acção Correctiva (Curto Prazo)	Plano Completo (Data)	Número Acção	Resp.
Saint-Gobain Mondego deve dar formação sobre equipamento Variador electrónico de Velocidade	11-10-2010			1	Godinho
Saint-Gobain Mondego deve afectar um instrumentista para avarias do tipo eléctrica	25-10-2010			2	Bruno
Criar um procedimento/algoritmo para ser seguido pelos colaboradores sempre que haja uma avaria similar	11-10-2010			3	Equipa
Iniciar registo de todo o material em armazém	31-12-2010 Não concluído			4	Bruno + Góis
Registar todas as intervenções e equipamento de forma a poder ser seguido, quer esteja em produção ou em armazém (SAP)	31-12-2010 Não iniciado			5	Góis
Adquirir motor de reserva para todos os motores de paletizador	31-12-2010 Não concluído			6	Bruno + Góis
		Registar todas as intervenções sobre o equipamento de forma a poder ser seguido, quer esteja em produção ou em armazém (SAP)	31-12-2010 Não iniciado	7	Góis
Localizar e estabelecer plano de contingência para chamada de instrumentista fora de horas	30-10-2010			8	Bruno

Como se pode verificar, apenas quatro acções foram implementadas e todas de natureza comportamental. Na figura 25, podemos ver o plano de manutenção cedido pelo fabricante do equipamento equivalente e que serviu de padronização para o resto da fábrica. Os procedimentos foram elaborados algum tempo depois do prazo estabelecido no início do projecto.

**Figura 27 - Plano de manutenção do fabricante**

Duas acções não foram implementadas devido à inexistência de um sistema de gestão do tipo *SAP*. Estava previsto a implementação de um sistema deste tipo, mas ultrapassava o limite temporal do estudo, logo estas duas acções não foram sequer iniciadas.

Não foi possível adquirir todos os motores de reserva para cada um dos paletizadores devido a restrições orçamentais. No entanto, ao longo do estudo ainda foram adquiridos alguns motores.

O registo de todo o material em armazém foi iniciado, mas não foi concluído devido a restrições de tempo. Assim, das oito acções, quatro foram concluídas e são de natureza comportamental e as restantes quatro não foram concluídas ou iniciadas devido a restrições financeiras ou logísticas.

4.5.2 DO - Implementação das acções pela equipa *Jishuken* Vidro Frio

Tal como a equipa anterior, a equipa *Jishuken* criada para analisar o problema da máquina de inspecção Combi da linha 11-dir. desdobrou-se em duas situações distintas. A reunião que a equipa fez e que originou o diagrama de *Ishikawa* e os *5 Porquês* para a análise da origem da avaria no paletizador resultou em várias acções (Quadro 7).

A análise para as causas da origem da avaria do rolamento do carro horizontal da Combi originou quinze causas possíveis que por sua vez originaram treze possíveis acções de correcção ou prevenção. Das treze acções propostas, duas delas são de natureza comportamental e as restantes são de natureza logística.

Quadro 7 - Acções implementadas pela equipa *Jishuken* Vidro Frio

Acções					
Acção Preventiva (Longo Prazo)	Plano Completo (Data)	Acção Correctiva (Curto Prazo)	Plano Completo (Data)	Número Acção	Resp.
Impossível implementar mudanças efectivas neste equipamento. Rever projecto com fabricante na próxima aquisição de equipamento similar.	31-12-2010 Não concluído			1	António José
Alterar layout da linha de Vidro Frio (trocar posições das máquinas de inspecção) Impossível implementar mudanças efectivas.	31-12-2010 Não iniciado			2	António José
Calcular MTBF para adequar manutenção preventiva antes das avarias	11-10-2010			3	António José
Calcular MTBF para adequar manutenção preventiva antes das avarias	11-10-2010			4	António José
		Implementação de sistema viragem de garrafas físico na linha	31-12-2010 Não iniciado	5	António José
Estudar locais de principais fontes de sujidade (GA)	25-10-2010			6	António José
Substituição do kicker por rejeições por sopro	31-12-2010 Não iniciado			7	António José
Eliminar defeituoso provocado na máquina IS (não aplicável)	31-12-2010 Não iniciado			8	António José
Alterar layout da linha de Vidro Frio (trocar posições das máquinas de inspecção)	31-12-2010 Não iniciado			9	António José + Alemão
		Implementação de sistema viragem de garrafas físico na linha	31-12-2010 Não iniciado	10	António José
		Implementação sistemas ejeção garrafas trocadas na linha	31-12-2010 Não iniciado	11	António José
Implementação de procedimento diário/semanal para manutenção preventiva	11-10-2010			12	António José
Criar LUP com plano de inspecção dos rolamentos (GA)	11-10-2010			13	António José

Podemos observar que sete acções não foram iniciadas. Isto deve-se essencialmente ao facto de estas acções serem de natureza logística e financeira muito elevadas mas podiam servir de referência a futuras implementações e alterações de *layout* e de equipamento.

A análise à duração da avaria originou outro diagrama de *Ishikawa* e consequentemente um 5 *Porquês* diferente. A análise mostrou onze possíveis causas para o tempo elevado de reparação da reparação do detector da Combi esquerda da linha 11-A. Estas onze acções originaram dez acções, nove delas preventivas e uma correctiva (Tabela 8):

Quadro 8 - Acções implementadas pela equipa Jishuken Vidro Frio

Acções					
Acção Preventiva (Longo Prazo)	Plano Completo (Data)	Acção Correctiva (Curto Prazo)	Plano Completo (Data)	Número Acção	Resp.
Cada fabricante deve fornecer formação ao instalar novo equipamento na fábrica	31-12-2010 Não concluído			1	António José
Definir competências e delegar tarefas ao colaborador correcto	11-10-2010			2	António José
		Criar Sistema de gestão de stocks mínimos para detectores	11-10-2010	3	António José
Definir LUP sobre como efectuar ligações dos detectores	11-10-2010			4	António José
Definir especificações de ligação de detectores - Criar Lups	11-10-2010			5	António José
A Saint-Gobain Mondego deve fornecer formação ao instalar novo equipamento na fábrica	31-12-2010 Não concluído			6	António José
Definir estrutura de competências e delegar tarefa à pessoa correcta	11-10-2010			7	António José
Procedimentar processo de reparação das avarias mais recorrentes	11-10-2010			8	António José
Sensibilizar novamente os trabalhadores para se fazerem acompanhar pelo electricista de turno	25-10-2010			9	António José
Formar um 2º elemento do turno com competências básicas de electricista	30-10-2010			10	António José + Alemão

4.5.3 DO - Implementação das acções pela equipa *Jishuken* Vidro Quente

Ao contrário das equipas anteriores, a equipa *Jishuken* criada para analisar o problema da roda de transferência apenas se focou na origem do problema da avaria. A reunião que a equipa fez e que originou o diagrama de *Ishikawa* e o *5 Porquês* para a análise da origem da avaria no paletizador resultou em várias acções.

A análise para as causas da origem da avaria da roda de transferência originou quinze causas possíveis que por sua vez originaram treze possíveis acções de correcção ou prevenção. Das treze acções propostas, duas delas são de natureza comportamental e as restantes são de natureza logística (Tabela 9).

Quadro 9 - Acções implementadas pela equipa Jishuken Vidro Quente

Acções						
Ação Preventiva (Longo Prazo)	Plano Completo (Data)	Ação Correctiva (Curto Prazo)	Plano Completo (Data)	Número Acção	Resp.	
Dar formação aos colaboradores sempre que seja instalado algum equipamento novo pelo fabricante	31-12-2010 Não concluído			1	Equipa	
Criar check-list para fazer manutenção preventiva em cada mudança de fabrico	25-10-2010			2	Equipa	
Fazer registo das afinações, para ser usado em cada modelo novo de forma a minimizar ao máximo a queda de garrafas de modelos novos	30-11-2010			3	Equipa	
Fazer manutenção preventiva das cintas e dos tambores em cada mudança de fabrico	11-10-2010			4	Equipa	
Em todas as mudanças de fabrico, fazer uma limpeza geral à máquina IS	11-10-2010			5	Equipa	
Fazer registo de avarias e calcular MTBF para prever próxima avaria	11-10-2010			6	Equipa	
Fazer lubrificação da cinta do transportador apenas com DOMAX	11-10-2010			7	Equipa	
Fazer manutenção preventiva da chapa ponte para evitar garrafas descentradas na cinta do convoyer	11-10-2010			8	Equipa	
Fazer limpeza em cada mudança de fabrico dos circuitos PAF dos dedos das mãos de empurra	11-10-2010			9	Equipa	
Fazer lubrificação da cinta do transportador apenas com HTG2	11-10-2010			10	Equipa	
Implementação de sistema de insuflação de ar frio na fábrica	25-10-2010			11	Equipa	
		Coordenar medidas com Produção (não aplicável)	31-12-2010 Não iniciado	12		
		Coordenar medidas com Produção (não aplicável)	31-12-2010 Não iniciado	13		
		Afinar máquina de ejeção	31-12-2010 Não concluído	14	Coelho	
		Tentar otimizar produção, obtendo um balanço razoável entre produção e manutenção	31-12-2010 Não iniciado	15		

Das acções implementadas, dez eram acções preventivas e eram sobretudo procedimentos e LUPs para melhorar a Manutenção Preventiva da organização (Figura 26). Muitos processos já existiam na fábrica mas não estavam procedimentados, não levando à padronização nem ao rigor do processo de manutenção. Apenas uma acção preventiva não foi concluída e tal deveu-se apenas ao facto de não ter havido oportunidade para tal. Poder-se-ia ter dado formação aos colaboradores pelo fabricante caso tivesse existido alguma instalação de equipamento novo e tal não se veio a verificar no período do decorrer do estudo.

Nenhumas das quatro acções correctivas propostas pela equipa foram implementadas. Isto deveu-se essencialmente a conflitos com a Produção. De certa forma, os colaboradores da Manutenção implementaram mudanças que entravam no domínio da Produção, tais como mudança do peso e do perfil da garrafa. Isto originou alguma discussão, mas nada nenhum rumo foi tomado para resolver a situação.

LIÇÃO DE UM PONTO	
<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento básico	<input type="checkbox"/> Problema
Nº da LUP: 9	
Título: Padrão de Inspeção - Roda Transferência	
Grupo: Gestão Autônoma	Preenchido por: Armando Vasco
Área: 5	Data: 01-05-2011
Objetivo: Verificar anomalias no funcionamento	
Responsável: Operador/Coordenador Tempo: 5' Status máquina: Em funcionamento	
Materiais necessários: EPI's: EPI's	
Tarefa: 1ª Verificar a existência de vibrações anormais 2ª Verificar se o movimento é contínuo (sem solavancos)	
Caso verifique vibrações avise CET e registre.	
Data Treinamento:	
Instrutor:	
Aluno:	

LIÇÃO DE UM PONTO	
<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento básico	<input type="checkbox"/> Problema
Nº da LUP: 5	
Título: Lubrificação do Cross-Convoyeur	
Grupo: Apoio L11	Preenchido por:
Área: Máquina 11	Data: 01-05-2011
Objetivo: Lubrificação dos rolamentos dos lambores mandado e mandante do Cross-Convoyeur	
Responsável: Lubrificador Tempo: 2 min Periodicidade: semanal Status máquina: - funcionamento	
Materiais necessários: Bomba Manual Lata de massa lubrificante HTG2 (caso seja necessário atestar a bomba) Panos de limpeza EPI's	
Tarefa: O Cross-Convoyeur tem 4 chumaceiras, pelo que a lubrificação é feita em cada uma delas: Com o auxílio da bomba manual, dar 4 bombadas em cada chumaceira Para verificar se a lubrificação foi bem efectuada, averiguar se existe massa lubrificante em excesso em cada ponto lubrificado	
Nota: Uma vez que a cinta do Cross-Convoyeur está em andamento, é necessário um cuidado acrescido para evitar possíveis acidentes de trabalho.	
Data Formação:	
Formador:	
Formando:	

Figura 28 - Acções implementadas pela equipa *Jishuken* Vidro Frio

Na execução de acções, formaram-se as pessoas envolvidas directamente com o problema em questão e preparou-se a intervenção no terreno.

4.6 CHECK - 3ª Etapa de implementação do Ciclo PDCA

Após a fase de discussão e implementação de acções propostas pelas equipas de trabalho, foi iniciada uma monitorização através do registo diário da Produção, incidindo principalmente nas avarias dos paletizadores, nas máquinas de inspecção e na roda de transferência (Gráfico 8).

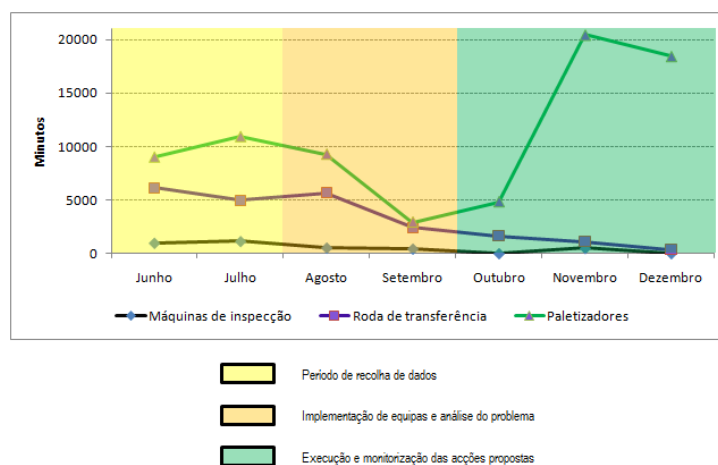


Gráfico 8 - Perda de produção em minutos por tipo de avaria ao longo das três fases do processo

Podemos verificar três janelas temporais, em que na última janela representada na imagem a verde, está o espaço temporal em que foi realizada a monitorização das acções que foram implementadas.

Como se pode verificar, existiram situações divergentes para cada um dos tipos de problema. Contudo e apesar de os resultados serem bastante elucidativos não são concludentes. No período entre Outubro e Dezembro de 2010 não existiu nenhum tipo de avaria idêntico ao que foi analisado pelas três equipas. Isto deve-se essencialmente ao tipo de natureza das avarias analisadas.

A equipa *Jishuken* Paletizador focou-se numa avaria muito específica, que raramente acontece mas que provocou uma paragem enorme, devido ao elevado tempo de paragem. Uma avaria que resultou de uma má avaliação do electricista e da falta de formação que este tinha para detectar a causa da avaria.

Também foi esta a causa principal que a equipa *Jishuken* Vidro Frio encontrou quando analisou o problema da avaria da máquina de inspecção. As máquinas de inspecção, como equipamento em si, têm muito poucos problemas de manutenção e de paragem por avaria, no entanto, quando apareceu uma avaria num rolamento, o principal problema foi a detecção e reparação rápida do mesmo. Tal como na avaria do paletizador, este problema foi um problema bastante específico e que acontece poucas vezes.

Um problema bastante diferente foi o que a equipa *Jishuken* Vidro Quente encontrou. Esta equipa debateu-se com um problema conjectural. Durante os meses anteriores à entrada do Verão e devido a questões de mercado, entraram modelos específicos de bebidas alcoólicas que tinham um perfil de garrafa e de peso ligeiramente diferentes dos habituais. Isto provocou alguns problemas na conformação da garrafa, originando algumas paragens de linha por avarias nos dedos da roda de transferência. Nos meses de monitorização, nota-se um decréscimo das avarias deste tipo ao longo dos meses, porque acima de tudo os modelos que estavam a ser fabricados em Junho e Julho saíram de produção.

De notar que enquanto os minutos de paragem por avaria nas máquinas de inspecção e nos dedos da roda de transferência foram diminuindo, os minutos de paragem de produção por avaria nos paletizadores aumentaram significativamente. Isto deve-se essencialmente ao aparecimento de novas avarias que não estão relacionadas com o

foco da equipa de trabalho dedicada aos paletizadores. Assim, apesar do aumento, não apareceu nenhuma avaria devido ao motor da mesa do paletizador queimado.

Todas as medidas que foram implementadas, foram seguidas no processo de monitorização. De referir que ao longo que ao longo desta metodologia, foi também sendo efectuada a monitorização e auditorias mensais aos registos efectuados pela Manutenção na base de dados.

4.7 ACT - 4ª Etapa de implementação do Ciclo PDCA

Após a fase de recolha de dados, análise, implementação de medidas e posterior monitorização, tornou-se necessário alargar o foco de trabalho para outras áreas. As equipas ao fazerem a análise de cada avaria, incidiram sobretudo numa avaria específica. No caso da equipa *Jishuken* Paletizador e equipa *Jishuken* Vidro Frio, as análises incidiram em avarias que tiveram uma grande perda de tempo por reparação e que foram pontuais. As análises incidiram sobretudo na diminuição do tempo de reparação e foram implementadas medidas preventivas e sem custo, tais como procedimentos e LUPs (Figura 27), que implicam directamente a mudança do comportamento dos colaboradores. Estas LUPs servem de base para o alargamento da melhoria contínua para o resto da organização.

LIÇÃO DE UM PONTO

☒ Conhecimento básico ☐ Problema ☐ Melhoria Nº da LUP: 9

Título: Padrão de Inspeção - Roda Transferência Preenchido por: Armando Vasco

Grupo: Gestão Autônoma Área: 5 Data: 31.03.2011

Objectivo:
Verificar anomalias no funcionamento

Responsável: Operador/Coordenador
Tempo: 5'
Status máquina: Em funcionamento

Materiais necessários:
EPI's: EPI's

Tarefa:
1ª Verificar a existência de vibrações anormais
2ª Verificar se o movimento é contínuo (sem solavancos)
Caso verifique vibrações avise CET e registre.

LIÇÃO DE UM PONTO

☒ Conhecimento básico ☐ Problema ☐ Melhoria Nº da LUP: 6

Título: Lubrificação da Roda de Transferência Preenchido por:

Grupo: Manutenção L1 Área: Máquina 13 Data: 31.03.2011

Objectivo:
Lubrificação da cabeça da roda de transferência

Responsável - Lubrificador
Tempo: 2 min
Periodicidade: - semanal
Status máquina: - funcionamento

Materiais necessários:
Bomba Manual
Lata de massa lubrificante HTG2 (caso seja necessário atestar a bomba)
Pano de limpeza
EPI's

Tarefa:
Na roda de transferência existem 3 pontos a lubrificar:
Com o auxílio da bomba manual, dar 4 bombadas em cada ponto
Para verificar se a lubrificação foi bem efectuada, averiguar se existe massa lubrificante em excesso nos pontos lubrificados

Figura 29 - Exemplos de Lição de Um Ponto (LUP) elaborados para limpeza e manutenção da roda de transferência

Os procedimentos elaborados foram realizados não apenas para a situação especificamente analisada pelas equipas mas também para servirem de base para outras situações, tentando padronizar ao máximo todas as situações. Esta fase do ciclo PDCA serviu para padronizar as acções correctivas mas principalmente para padronizar as acções preventivas, alargando o foco das análises para outras situações, tentando consolidar os procedimentos de trabalho e tornar estes métodos irreversíveis como ferramenta de análise e melhoria.

Para a padronização se alargar a outras áreas deverá ser dada formação a todos os colaboradores envolvidos na organização. Devido a limitações do tempo de estágio, esta fase não ficou totalmente concluída. No entanto, é de salientar que todo o material e experiência adquirida pelas equipas deverá servir de referência para o futuro, quando novas equipas forem formadas, não partindo assim do zero.

5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1 Ponto de partida

Ao longo do tempo, desde Junho até Novembro de 2010, foram realizadas auditorias aos registos das avarias na base de dados da Manutenção. Estas auditorias serviram acima de tudo para controlo da qualidade de registo e para verificar a mudança de comportamento dos colaboradores face a uma nova situação ao longo do tempo.

Sempre que uma organização é eficaz ela também é eficiente, no entanto o contrário já não é verdadeiro. Enquanto a eficiência está ligada ao resultado, ao produto, ao objectivo final, a eficácia vai para além deste conceito porque acima de tudo está vinculada ao método e à forma como foi realizado e não apenas se foi realizado. A verdade é que vemos hoje em dia muitos profissionais e organizações eficientes, mas poucos eficazes. Na maioria das vezes cumpre-se o que se tem de fazer, mas de uma forma que exige mais recursos, tempo e energia.

O que foi feito então? Primeiro estar aberto à mudança. Questionar como eram feitas as coisas, que métodos e estratégias são usados. É preciso não se acomodar ao que sempre deu certo. Mesmo que um processo ou metodologia de trabalho tenha sido sempre feita de um modo eficiente, é bem provável que existam oportunidades de melhoria e que possa ser melhorado. A partir daqui parte-se para a próxima fase: investir algum tempo a estudar novas soluções.

São os registos da base de dados da Manutenção que foram a base para a mudança da organização, para adquirir novos hábitos de trabalho e novas formas de analisar e resolver problemas. Foi este o ponto de partida para a melhoria contínua e para a mudança de comportamento dentro da organização. Para melhorar foi preciso apoiar as nossas decisões em dados concretos e implementar as nossas acções em metodologias e conceitos de trabalho bastante concretos. Os registos da Manutenção serviram acima de tudo para situar a organização em termos de indicadores numa primeira fase e numa fase posterior serve para apoiar as análises e implementações das equipas de trabalho.

5.2 Registo de avarias nas oficinas

Tal como foi referenciado inicialmente, os colaboradores tiveram formação inicial para preencher os campos do formulário da avaria. O acompanhamento foi feito a partir do mês de Junho de 2010 até Novembro de 2010, inclusive. Nos primeiros quatro meses de monitorização, podemos verificar que a eficiência dos registos aumentou na base de dados da oficina eléctrica, tendo sofrido uma quebra em Outubro e Novembro. O modo de falha, ou seja, a origem da avaria não foi bem descrito pelos colaboradores e sofreu um decréscimo de eficiência, que porventura se poderá reflectir nos trabalhos futuros que envolverão outras equipas *Jishuken*.

Para o nosso caso em particular, podemos verificar que os meses de Junho e Julho foram meses com uma relativa baixa eficiência dos registos (Gráfico 9). Como foi um processo de ruptura iniciado em Junho e como foi um método novo em termos de conceito de trabalho, estes valores acabam por ser normais. O objectivo a longo prazo seria atingir os 80% de eficiência a nível global, tanto no componente identificado como no modo de falha identificado.

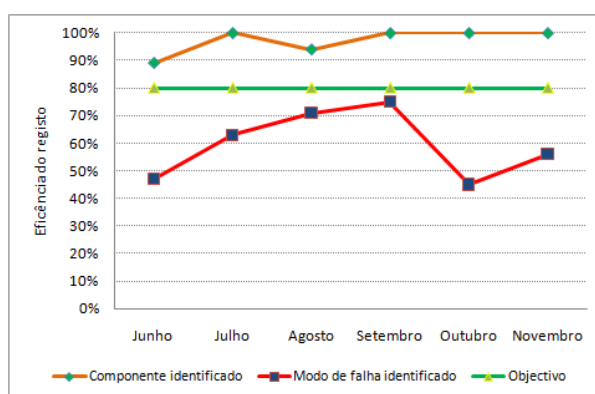


Gráfico 9 - Qualidade dos registos das avarias pelos colaboradores da Oficina Eléctrica

Na oficina de máquinas e moldes, a eficiência não foi tão grande. No entanto, é de realçar o progressivo aumento da eficiência dos registos ao longo do tempo, mostrando alguma mudança de comportamento face à situação inicial. No entanto, para atingir o objectivo dos 80% ainda falta um longo caminho (Gráfico 10).

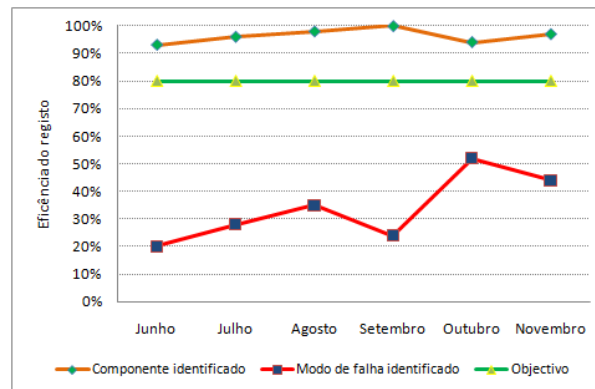


Gráfico 10 - Qualidade dos registos das avarias pelos colaboradores da Oficina de Máquinas e Moldes

Algumas situações que poderão ter levado à fraca eficiência dos registos poderá ser a falta de fiscalização diária dos registos pelas chefias ou também poderá ser a falta de *feed-back* dado pelas chefias diariamente. No entanto, esta é uma situação a rever.

Após análise dos gráficos 9 e 10 podemos verificar que a meta não foi atingida dentro da janela temporal definida. Daqui aparecem algumas perguntas que poderão sair da análise dos gráficos do estudo:

- Que poderá ser feito para melhorar a qualidade dos registos nas bases de dados das oficinas de forma a estes registos serem usados nas futuras análises de avarias da organização?
- Os registos agregam valor ao departamento de Manutenção, sendo de facto utilizados ou são apenas burocracia?

Ao longo do estudo, poderiam ter sido tomadas algumas medidas que poderiam aumentar a eficiência dos registos das avarias. Um acompanhamento diário e um *feed-back* contínuo aos registos poderiam alterar a motivação dos colaboradores. Isto torna-se evidente devido a um certo afastamento da gestão de topo em relação a este tema. Na prática dá-se a formação inicial e depois não é feito um acompanhamento correcto nem uma fiscalização devida ao processo.

Esta leitura pode ser feita pelos gráficos das duas oficinas, que mostram uma quebra em Outubro, devido possivelmente à falta de resultados e de acompanhamento da gestão de topo no processo. A melhoria contínua é um longo processo de aprendizagem e de

mudança cultural, que não é feita apenas num dia mas que necessita de ser reconhecida continuamente e por todos.

5.3 Análises de resultados das equipas *Jishuken*

Ao longo da janela temporal, foram propostas cinquenta e três acções de melhoria originadas pelas cinco análises do Diagrama de *Ishikawa* que foram efectuadas ao longo do processo. Todas as acções tiveram origem da análise *5 Porquês* que cada equipa *Jishuken* realizou. Cada acção tinha um responsável pela execução da acção, uma data de execução e uma breve descrição do que seria implementada.

5.3.1 Análise dos resultados da equipa *Jishuken* Paletizador - Origem da avaria

Para analisar o sucesso de cada uma das equipas, foi feita uma análise independente para cada diagrama de *Ishikawa* que foi criada. Assim, foram formadas cinco análises, cada uma originando medidas e acções. A equipa *Jishuken* Paletizador fez duas análises, uma à origem da avaria do motor do carro do paletizador 24-Dir. e outra ao elevado tempo de reparação da mesma avaria. A análise originou sete acções (Gráfico 11):

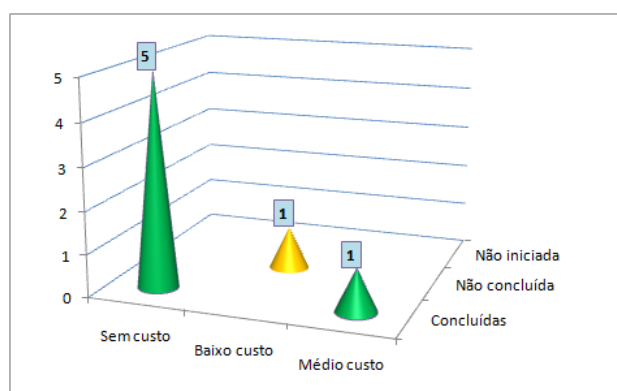


Gráfico 11 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa *Jishuken* Paletizadores para a origem da avaria do motor de mesa do Paletizador 24-Dir.

A equipa *Jishuken* Paletizador implementou sete acções das sete causas propostas sobre a origem do motor queimado da mesa do paletizador 24-Dir., sendo que seis foram concluídas dentro do prazo estabelecido e uma não foi concluída mas foi iniciada. A falta de formação foi uma das razões apontadas para o aparecimento do motor queimado do paletizador.

Dentro da janela temporal de monitorização, a acção que não foi concluída foi a acção número três, que se prolonga para além do tempo pré-estabelecido porque durante o espaço temporal não houve oportunidade de instalar equipamento novo e consequentemente verificar se de facto era dada formação aos colaboradores da Saint-Gobain Mondego para operar o novo equipamento durante o período laboral e quando estiver parado por avaria. No entanto, é uma acção com base para novas iniciativas no futuro.

As cinco acções sem custo e que foram concluídas tiveram como base a elaboração de procedimentos de manutenção e cálculos de *Mean Time Between Faillure* para uma melhor abordagem à manutenção preventiva do equipamento em questão. A única medida que envolveu algum custo foi a acção número sete, que é a implementação de um sistema de insuflação de ar frio na fábrica. Esta acção por si só não tem a capacidade para instaurar um sistema de insuflação, no entanto, é um suporte para a ideia de instalação do mesmo.

De referir que o outro grupo de trabalho, a equipa *Jishuken* Vidro Quente, também sugeriu esta opção de refrigeração, logo não sendo totalmente a medida que originou a instalação, pelo menos serviu de base para repensar e apoiar a ideia de instalação de um sistema de refrigeração de ar na fábrica.

5.3.2 Análise dos resultados da equipa *Jishuken* Paletizador - Duração da avaria

A equipa *Jishuken* Paletizador após uma análise exaustiva ao processo longo e demorado de reparação da avaria do motor de mesa do paletizador, chegou a oito sugestões de acções. Ao longo do processo de implementação e monitorização foram

concluídas quatro acções, duas foram iniciadas mas não concluídas e duas não foram iniciadas (gráfico 12):

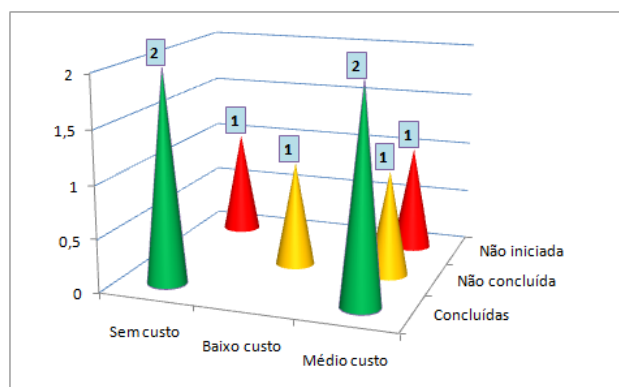


Gráfico 12 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa *Jishuken* Paletizadores para a duração de reparação da avaria do motor de mesa do Paletizador 24-Dir.

Três acções não tiveram custos para a organização, que passaram por estabelecer procedimentos e planos de contingência para actuação em avarias semelhantes. A acção que não tinha custo para a empresa era o registo no ERP da organização (*SAP*) de todas as intervenções sobre o equipamento de forma a poder ser seguido. No entanto, o módulo do *SAP* afectado à Manutenção não foi instalado em tempo útil, logo não foi implementada esta acção.

Uma acção de médio custo não foi implementada na totalidade, que seria fazer o registo de todo o material existente em armazém, afectando um colaborador especificamente para este trabalho. Posteriormente, este registo seria usado para ser introduzido no *SAP* (acção seis).

Das acções com custo significativo duas foram concluídas, uma não foi concluída e uma não foi iniciada. A acção que não foi iniciada foi uma acção que requeria um investimento elevado, que passava pela aquisição de motores de reserva para todos os paletizadores existentes.

5.3.3 Análise dos resultados da equipa *Jishuken* Vidro Frio - Origem da avaria

A equipa *Jishuken* Vidro Frio foi a equipa que encontrou mais dificuldades na execução das acções propostas. Inicialmente foi apenas proposto verificar a origem da avaria da máquina de inspecção Combi da linha 11-A, no entanto, verificou-se que muito do tempo que se perdeu deveu-se essencialmente ao tempo de reparação, tendo a equipa decidido desdobrar as acções em dois níveis, ao nível da origem e ao nível do elevado tempo investido na reparação da avaria. Assim, e após reuniões de discussão de detalhes da avaria, foram propostas treze acções para actuar na origem da avaria e dez acções para actuar na redução do tempo de reparação daquele tipo de avaria.

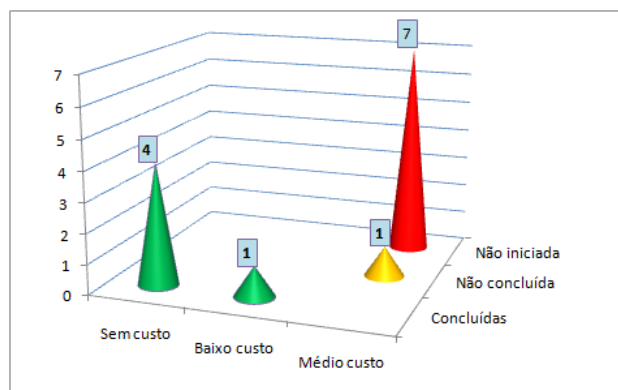


Gráfico 13 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa *Jishuken* Vidro Frio para a origem da avaria do rolamento do carro horizontal Combi danificado

Como se verifica pelo gráfico 13, foram propostas treze acções para actuar na redução deste tipo de avaria. Foram propostas quatro acções sem custo, sendo essencialmente cálculos de *Mean Time Between Failure* e elaboração de procedimentos. Foi proposto uma implementação de um procedimento diário/semanal para manutenção preventiva com algum custo porque implica alocação de recurso humano para a manutenção do equipamento.

Foram ainda propostas oito acções com algum custo para a organização. Uma das propostas foi iniciada e passava por rever o equipamento com o fornecedor para alteração e revisão da máquina de inspecção na sua disposição para rolar as garrafas na máquina enquanto estas são inspeccionadas. As sete acções que não foram sequer

iniciadas estão todas relacionadas com substituição de equipamento e alteração e revisão de equipamento de inspecção. São propostas que apenas poderão ser analisadas quando a linha for remodelada ou parcialmente substituída.

5.3.4 Análise dos resultados da equipa *Jishuken* Vidro Frio - Duração da avaria

A análise à duração do tempo de reparação da avaria mereceu uma análise cuidadosa da equipa. Foram propostas dez acções, oito delas sem custos e duas com algum custo (Gráfico 14).

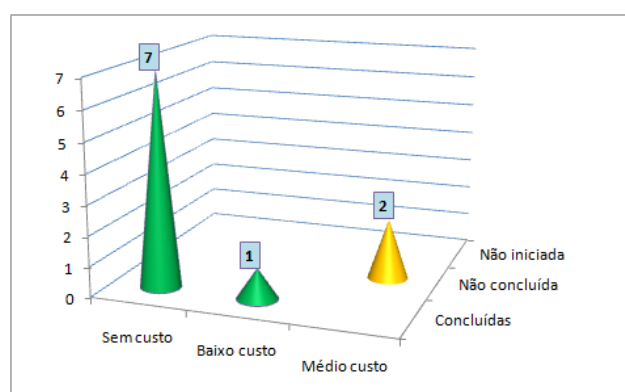


Gráfico 14 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa *Jishuken* Vidro Frio para a duração da reparação da avaria do rolamento do carro horizontal Combi danificado

Das sete acções sem custo, três foram essencialmente a elaboração de procedimentos, quatro foram acções para alteração e correcção de comportamento, nomeadamente na definição da estrutura de competências e na sensibilização dos colaboradores para se fazerem acompanhar pelo electricista de turno, e finalmente a última acção incide sobre a formação de um segundo elemento de turno com competências básicas de electricista.

Foi também iniciada uma acção de baixo custo que incidia na criação de um sistema de gestão de stocks mínimos para detectores. As duas acções de algum custo que foram iniciadas mas não foram concluídas incidiam sobre a formação que os colaboradores teriam que receber por parte do fornecedor de equipamento técnico de cada vez que novo equipamento for instalado na fábrica. Estas duas acções não foram concluídas porque ao longo da janela temporal não foi instalado novo equipamento idêntico ao da

máquina avariada. No entanto, foram dadas indicações para outros tipos de equipamento que não o da avaria analisada.

5.3.5 Análise dos resultados da equipa *Jishuken* Vidro Quente - Origem da avaria

A equipa *Jishuken* Vidro Frio fez várias reuniões e análises aos problemas sobre os dedos da roda de transferência e apenas incidiu sobre a origem do problema. Da análise efectuada e após elaboração do método *5 Porquês* no diagrama de *Ishikawa* proposto, a equipa elaborou um plano de acção com quinze acções (Gráfico 15).

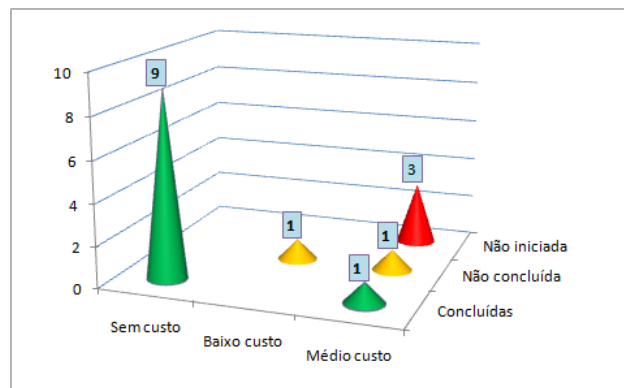


Gráfico 15 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pela equipa *Jishuken* Vidro Frio para a duração da reparação da avaria do rolamento danificado do carro horizontal Combi

Das quinze acções propostas, dez acções não tiveram custo para a organização e foram concluídas dentro da janela temporal prevista. Estas nove acções basearam-se essencialmente em medidas preventivas que passavam por manutenção de certos equipamentos na mudança de fabrico.

Foram essencialmente sete medidas propostas que deveriam requerer mais atenção cada vez que era efectuada alguma mudança de fabrico. Para apoiar estas medidas foram elaboradas LUPs e procedimentos de limpeza e manutenção necessários para efectuar a manutenção correcta do equipamento de conformação de embalagens de vidro.

A equipa recomendou uma acção com algum custo para a organização que passava essencialmente por afinar a máquina de ejeção e fazer o registo das afinações para cada modelo. Esta medida envolvia algum tempo investido e afectação de recursos humanos para lidar com aquele equipamento específico.

Foram também recomendadas quatro acções com custo mais elevado, mas que não tiveram muito sucesso. Foi recomendado dar formação aos colaboradores sempre que fosse instalado algum equipamento novo pelo fabricante, no entanto tal não se verificou porque não houve nenhum equipamento novo que fosse instalado dentro do prazo previsto.

Das restantes três acções recomendadas e que são essencialmente medidas correctivas, nenhuma delas foi iniciada sequer. Isto deve-se essencialmente a uma falta de autonomia da equipa *Jishuken* Vidro Frio para implementar estas acções porque as acções iriam entrar em conflito com a Produção e com o que o mercado exige.

As acções tentavam otimizar a produção, obtendo um balanço razoável entre produção e manutenção, procurando alterar e otimizar o perfil da garrafa e o seu peso, de forma a obter uma melhor entrada da garrafa conformada na cinta de transporte para a roda de transferência. No entanto, uma análise conjunta da equipa *Jishuken* com a Produção verificou que as exigências do mercado não correspondiam ao que era de facto pedido pela equipa. As alterações pedidas exigiam alterações ao produto final, logo teriam que obedecer a certos critérios. As medidas pretendidas pela equipa eventualmente poderiam ter um impacto na redução, porém, isso implicaria a perda de clientes por falta de cumprimento dos requisitos das características das garrafas pretendidas.

5.4 Análise global dos resultados das três equipas *Jishuken*

Comparando agora o total das três equipas, foram analisadas cinco situações e foram propostas cinquenta e três acções (Gráfico 16).

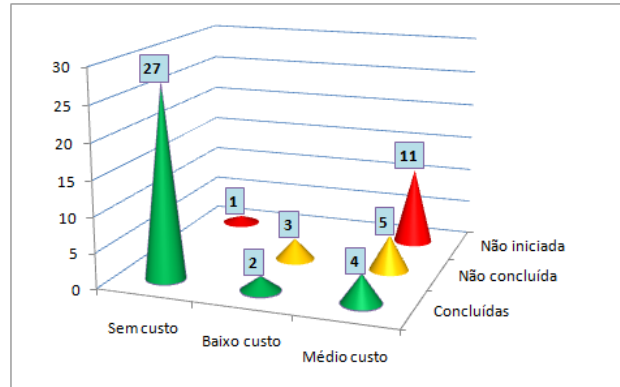


Gráfico 16 - Relação entre custo e cumprimento das acções sugeridas pelas três equipas *Jishuken*

Das acções propostas pelas equipas, apenas dez eram propostas para serem implementadas a curto prazo como medidas correctivas. Isto deveu-se essencialmente à natureza da metodologia, que tem um desfasamento temporal entre a avaria propriamente dita e as medidas que são propostas para a sua resolução. Como tal a natureza das propostas são essencialmente preventivas, como provam as quarenta e três medidas de natureza preventiva propostas pelas equipas (Gráfico 17). Destas quarenta e três medidas, trinta e uma foram cumpridas dentro do prazo estabelecido para monitorização, por serem essencialmente elaboração de procedimentos e LUPs para prevenção de avarias.

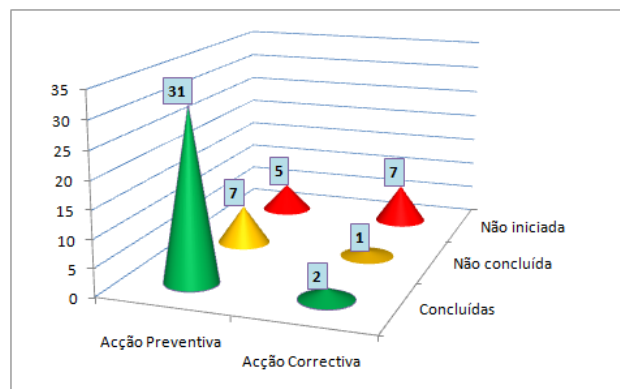


Gráfico 17 - Cumprimento das acções programadas pelas três equipas *Jishuken*

Das cinquenta e três acções, foram concluídas e implementadas trinta e três acções e iniciaram-se oito acções mas que devido à sua natureza de limitação temporal de monitorização não foram concluídas ou não se conseguiu aferir o seu impacto na perda

de produção. Doze acções não foram iniciadas, devido essencialmente a falta de recursos financeiros evidenciados pela análise da equipa *Jishuken* Vidro Frio ou devido a limitações técnicas na implementação das acções da equipa *Jishuken* Vidro quente.

Obtemos então assim um sucesso total de 62% na implementação das medidas ou 77% na implementação parcial das medidas. Apenas 23% das medidas não foram implementadas devido às razões referidas anteriormente (Gráfico 18).

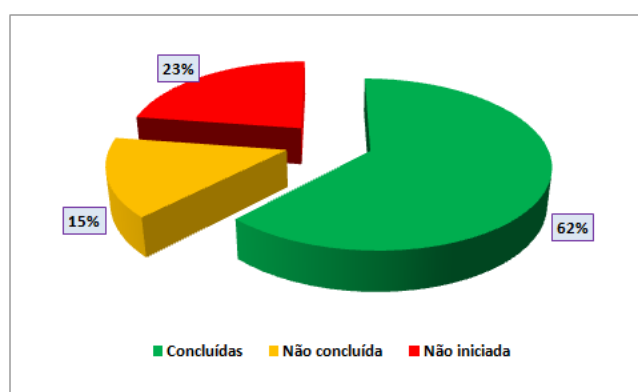


Gráfico 18 - Sucesso da implementação das acções

Assim, apesar de constrangimentos financeiros e técnicos, todas as medidas que eram de natureza comportamental foram implementadas, tendo sido implementados procedimentos baseados em LUPs para correcção de comportamentos. Existiam oportunidades de melhoria e isso foi evidente na quantidade de sugestões que apareceram através da análise dos *5 Porquês*.

Segundo Pinto (2009), existem algumas dificuldades que são esperadas quando se implementa um programa de melhoria contínua numa empresa e que são os seguintes:

1. Resistência à mudança por parte das pessoas - manifesta-se em todos os níveis hierárquicos, mas principalmente nos níveis superiores, onde existem pessoas com formação académica que colocam mais entraves à mudança;
2. Complacência - adiar o problema não é solução e a tomada de decisão é crítica;
3. Falta de planeamento - a falta de visão e planeamento é meio caminho andado para o falhanço;

4. Falta de tempo - a falta de tempo não pode ser um argumento para não se avançar, porque se a organização souber distinguir entre o que é importante e o que é urgente existe tempo para tudo, tratando-se acima de tudo uma questão de liderança de pessoas e de gestão de recursos dentro do tempo;
5. Falta de outros recursos - a falta de pessoas, energia, capital ou meios não pode ser uma desculpa porque isso indica que efectivamente a organização não está comprometida com o projecto *lean*.

Lopes *et al.* (2007), considera que as três barreiras são a cultura burocrática, o conflito arraigado e as limitações pessoais do tempo. Podemos verificar que os problemas que as organizações enfrentam estão de certa forma identificados e revistos por vários autores.

Dos cinco aspectos referidos por Pinto (2009), podemos relacionar alguns destes obstáculos com o estudo desenvolvido. Todos os temas são desafios para uma organização de excelência. O tema de resistência à mudança é um tema bastante actual nas organizações modernas. O primeiro aspecto é a resistência à mudança, que podemos referir no estudo. De facto, a mudança envolve uma alteração de hábitos e de rotinas que obrigam os colaboradores a sair da zona de conforto. Foi evidente ao longo do estudo, e mais concretamente, no registo das avarias na base de dados das oficinas da manutenção eléctrica e mecânica, que a mudança foi sendo gradual e lenta. Isto torna-se evidente pelos gráficos 9 e 10, onde houve um ligeiro aumento da eficiência dos registos e houve uma quebra em Outubro.

Em relação à abordagem e aplicação das ferramentas de melhoria contínua pelos colaboradores, notou-se algum desconforto no uso das ferramentas devido à falta de experiência e formação anterior para lidar com elas. Este estudo serviu como projecto-piloto de melhoria contínua e para introdução de novos métodos e processos e daí não existir grande à-vontade dos colaboradores no uso dos mesmos.

Em relação ao segundo obstáculo sugerido por Pinto (2009), existiu alguma complacência por parte da equipa envolvida e isso está bem evidente no facto de a duração estimada para análise do problema e implementação das acções ser de três a quatro semanas e o processo se ter arrastado durante dois meses e meio, dependendo das situações. As análises demoraram algum tempo a serem feitas e só após algum esforço das equipas se passou da fase *Plan* para a fase *Do* do ciclo PDCA.

Em termos de planeamento do projecto, ao longo do processo nada foi feito ao acaso. Tudo foi planeado e executado de acordo com o Ciclo de Deming e usando as ferramentas da Qualidade em cada uma das fases. Os três grupos de trabalho usaram as mesmas ferramentas e tiveram acesso aos mesmos recursos.

A falta de tempo foi um dos motivos referenciados para a elaboração das tarefas dos grupos envolvidos na melhoria contínua. O processo arrastou-se ao longo do tempo em todos os grupos de trabalho, devido à falta da gestão de tempo das pessoas envolvidas. Isto originou atrasos e originou uma janela temporal do projecto de quatro meses para oito meses. A falta de sucesso neste ponto põe em causa a motivação e iniciativa para futuras actividades relacionadas com actividades de melhoria contínua.

Finalmente, em relação aos recursos disponibilizados pela gestão de topo, existem situações distintas. Enquanto na fase *Plan* todos os recursos foram disponibilizados, desde pessoas, material e tempo para marcação de reuniões, na fase *Do* já existiu restrição financeira para implementar as medidas e isso foi mais notório na equipa *Jishuken* Vidro Quente e equipa *Jishuken* Vidro Frio.




A equipa *Jishuken* Vidro Frio sugeriu cinco medidas com algum custo e apenas uma delas foi concretizada. Em parte isto deve-se não só a restrições financeiras, mas servem essencialmente como opinião e sugestão para uma futura implementação de linha de inspecção. Neste caso, não dá para verificar no imediato a eficácia das medidas propostas, no entanto, a equipa *Jishuken* Vidro Quente, também por restrições financeiras não conseguiu implementar sete medidas que propôs. Existe aqui um conflito camuflado com a Produção e de certa forma disfarçado pelos cortes orçamentais, pois as medidas propostas implicam a Produção pelas avarias. Este conflito é descrito por Lopes *et al.* (2007), que descreve a cultura burocrática e os conflitos arraigados entre colaboradores e entre níveis como causa para o não sucesso dos projectos de melhoria contínua nas organizações.

6. CONCLUSÃO

Após oito meses de estágio na organização Saint-Gobain Mondego conclui-se que existem possibilidades de optimização e oportunidades de melhoria no processo de Manutenção da organização.

No quadro 10 encontra-se uma síntese dos resultados obtidos por cada uma das equipas nos seus trabalhos de campo.

Quadro 10 - Sucesso das etapas ao longo do projecto

		Ciclo PDCA			
		Plan	Do	Check	Act
Equipa Kaizen Paletizador	Estudo Origem				
	Análise Duração				
Equipa Kaizen Vidro Frio	Análise Origem				
	Análise Duração				
Equipa Kaizen Vidro Quente	Análise Origem				

 Etapa cumprida
 Etapa parcialmente cumprida
 Etapa não cumprida

Os resultados obtidos são inconclusivos, uma vez que não foi possível confirmar a validade das acções estabelecidas e implementadas pelas equipas *Jishuken*. Esta conclusão deve-se essencialmente a alguns factores: à falta de recursos financeiros e logísticos para implementar todas as acções propostas, à gestão da mudança algo ineficaz e à limitação temporal da monitorização de avarias efectuada.

Em relação à etapa inicial *Plan*, todos os passos foram delineados e processados, desde a recolha dos dados até à análise das avarias e nesta fase não houve qualquer problema.

Em relação à fase *Do* e *Check* existiram limitações que influenciam de certa forma os resultados do estudo e não permitiram retirar resultados conclusivos do estudo. As limitações de ordem financeira e logística e as limitações de ordem temporal restringiram esta fase. As limitações de ordem financeira levaram o estudo a convergir para a implementação de acções focadas essencialmente no comportamento humano. Já as limitações de ordem temporal não permitiram avaliar correctamente as medidas que foram implementadas. Isto deve-se essencialmente à natureza das avarias, que são avarias pontuais e conjecturais e que de certa forma influenciam na análise final.

No entanto, podem-se fazer algumas análises e reflexões para o futuro. Na prática, isso foi feito na fase *Act*, onde apesar de não ter havido conclusões na fase anterior, padronizou-se ao máximo as acções correctivas e preventivas que foram implementadas e esta padronização serviu de base para a formação para todos os outros colaboradores sobre a metodologia PDCA.

Acima de tudo, a melhoria contínua no estudo em causa é 20% técnicas e metodologias e 80% comportamental. Para verificar este facto, basta referir que das acções que foram implementadas, 90% foram a criação e implementação de procedimentos e LUPs para alteração de comportamento dos colaboradores, são simples melhorias que não envolvem custos e que têm um grande impacto na eficiência da organização.

Foram encontradas dificuldades na implementação da metodologia PDCA ao longo das quatro fases, os resultados não foram completamente esclarecedores da validade das acções e ferramentas utilizadas. No entanto, este projecto serviu de exemplo para futuros trabalhos neste âmbito, servindo de referência para evitar os mesmos erros no futuro.

O principal problema no estudo, como se pode comprovar pelo quadro 10, foi a implementação de acções e a falha na monitorização da implementação das acções. Nem todas as acções propostas foram implementadas e o processo, que no seu início tinha uma duração prevista de quatro meses, arrastou-se ao longo de oito meses. Por este motivo não se pode considerar que o projecto tenha sido considerado um êxito.

Para a implementação de um projecto deste tipo, é necessário considerar várias situações, a principal é que para estabelecer um projecto e métodos *lean* numa organização, não existem métodos nem receitas correctas. Cada caso é um caso e cada situação envolve novos desafios e novos obstáculos. Muito do que foi realizado ao longo dos oito meses foi através de tentativa e erro e de muito conhecimento empírico. As próprias metodologias de trabalho tiveram de ser adaptadas à organização e à sua forma

de trabalhar. É de realçar que nem todas as ferramentas poderão ser aplicadas, no entanto, por falta de dados concretos e de aplicação no terreno, o autor não o pode comprovar tecnicamente.

De realçar que o projecto teve um óptimo arranque com o planeamento da metodologia e das ferramentas a ser bem estruturado, no entanto, a falta de pragmatismo e de dedicação resultaram numa falsa partida. Mudar a cultura de uma organização demora muito tempo e novas abordagens e metodologias podem sofrer um duro revés, ao não serem assimiladas pela organização. É necessário aprender com os erros e para que as soluções *lean* permitam realizar o seu potencial são necessários colaboradores e gestores com mentalidade *lean*.

As soluções e metodologias de melhoria contínua usadas são extremamente simples e, actualmente, com a globalização e o acesso às novas tecnologias, qualquer organização tem acesso a elas, no entanto, existe a tendência de desvalorizar os procedimentos e requisitos de implementação.

Para uma organização se tornar excelente é necessário agregar valor ao produto que produz. Porém para chegar a esta fase, é necessário reduzir o desperdício inicialmente. Só através destas práticas se poderá reduzir o desperdício e aumentar a excelência da empresa.

Deste modo foi possível atingir alguns dos objectivos do projecto através da implementação de uma metodologia de resolução de problemas, da formação para as várias ferramentas e metodologias de melhoria contínua e da consciencialização para a mudança cultural e comportamental dos colaboradores.

6.1 Limitações do estudo

Devido à limitação de tempo para a realização deste relatório, existiram alguns pontos que não foram possíveis de serem estudados.

Um estudo sobre a gestão da mudança envolvendo os colaboradores que participaram directamente neste projecto seria um assunto que acrescentaria valor, devido à importância que a gestão de mudança tem nos projectos de melhoria contínua que se desenvolvem nas organizações. Efectivamente, não podemos negar que qualquer

oportunidade de melhoria está inegavelmente associada ao comportamento humano e à adaptação a novas situações que cada colaborador enfrenta no seu dia-a-dia. Factores como a resiliência, motivação, assertividade, flexibilidade e pro-actividade são características que variam de indivíduo para indivíduo e de certa forma tem um impacto diferente na performance da organização.

A janela temporal não foi suficiente para monitorizar convenientemente as acções implementadas pelas equipas. Devido à morosidade do processo e ao facto de ser a primeira vez que se implementa uma metodologia daquele tipo, a maior parte do processo arrastou-se ao longo do tempo. Além disso, muitas das medidas propostas não foram implementadas devido essencialmente a restrições financeiras e logísticas.

O foco do trabalho focou-se essencialmente em avarias pontuais para a empresa. Devido a esta especificidade, não foi possível detectar nenhuma avaria idêntica no espaço temporal de monitorização devido a esta mesma pontualidade, levando talvez assim a uma conclusão errada.

Alguns dos obstáculos encontrados aquando da implementação dos programas de melhoria contínua foram a falta de investimento, de compromisso, de esforço, de trabalho e de dedicação. Principalmente a falta de dedicação e de esforço reflectiu-se no alargamento da janela temporal para as actividades dos três grupos de trabalho, que passou de quatro meses para oito meses, com muitas acções não concluídas pelo meio.

6.2 Trabalho futuro

Após a conclusão deste relatório é possível alterar o processo de manutenção da empresa Saint-Gobain, aproveitando algumas oportunidades de melhoria que foram evidenciadas ao longo do estudo.

Será necessário melhorar a eficiência dos registos da Manutenção para obter verdadeiramente um registo que seja uma mais-valia para a análise de avarias e tenham um grande impacto na perda de produção da empresa.

O tipo de metodologia implementada poderá ser revista no futuro. Agilizar os processos e aumentar a dinâmica dos grupos de trabalho serão questões essenciais a serem resolvidas no futuro.

A melhoria contínua deve ser uma cultura, uma forma de estar na vida, que demora muito tempo. Para tal é necessária uma visão global, dedicação, paciência, disciplina e humildade. A melhoria contínua está em constante evolução, adaptando-se às situações, aprendendo com as situações e aplicando as soluções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABRAL, José Paulo Saraiva - *Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática*. 6ª Edição Segundo a Norma Europeia de Terminologia de Manutenção EN 13306. Lidel - Edições Técnicas, 2006.

CHOO, C. W. - *A Organização do Conhecimento*. SENAC, 2003.

CORTOIS, Alain; MARTIN, Bonnefous e PILLET, Maurice - *Gestão da Produção*. Lidel - Edições Técnicas, 2007.

CROSBY, P.B. - *Quality is free*. McGraw-Hill, 1979.

CUNHA, M.P.; MARQUES, C.A. - *Comportamento Organizacional e Gestão de Empresas*. Dom Quixote, 2000.

KARDEC, Alan e NASCIF, Júlio. - *Manutenção Função Estratégica*, 2ª edição. Editora Quality, 2004.

LOPES, Albino e CAPRICHIO, Lina - *Manual da Gestão da Qualidade*. Editora RH, 2007.

MEYERS, F.E. e STEWART, J. R. - *Motion and time study for Lean Manufacturing*. Terceira Edição. Prentice Hall, 2002.

MIRSHIKAWA, V. - *Manutenção Preditiva: Caminho para Zero Defeitos*, 1ª Edição. Makron Books, McGraw-Hill, 1991.

MIRSHIKAWA, V. e OLMEDO, N.L. - *Manutenção: Combate aos custos de não eficácia*, Makron Books, Brasil Editora, 1993.

MOUBRAY, JOHN - *Introdução à Manutenção centrada na confiabilidade*. Aladon, 1996.

NORMA EUROPEIA 13306, *European Standard EN 13306 - Maintenance terminology*. Bruxelas, 2001.

OAKLAND, J. S. - *Total Quality Management: the route to improving performance*. 2ª Edição. Butterworth Heinemann, 1995.

OTANI, Mário e MACHADO, Waltair Vieira - *A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial*. Revista Gestão Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2008.

PINTO, João Paulo - *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. 3ª Edição. Lidel - Edições Técnicas, 2009.

PINTO, João Paulo - *Gestão de operações na Indústria e nos Serviços*. 3ª Edição Atualizada. Lidel - Edições Técnicas, 2010.

PINTO, Paulo P. - *A excelência*, Vidrosa informa nº 41, Abril de 2009a, pág. 3.

QUINQUIOLO, J. M. - *Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva*. Universidade de Taubaté, 2002.

SCHONBERGER, R.J. - *Técnicas Industriais Japonesas: nove lições ocultas sobre simplicidade*. Pioneira Novas Ubrais, 1984.

SCHONBERGER, R.J. - *World Class Manufacturing: the lessons of simplicity applied*. Free Press, 1986.

SGM - *Saint-Gobain Mondago*. (2009) [Consultado em 012/2010]. Disponível na internet. <URL:<http://www.sgmondago.pt>>

SHINGO, S. - *Study of Toyota Production System - from an industrial engineering viewpoint*. Productivity Press, 1981.

SOLVING EFESO - *Material prático de apoio à consultoria*, 2009.

SOURIS, J.P. - *Manutenção Industrial - Custo ou Benefício?*. Lidel - Edições Técnicas, 1992.

STEVENSON, W.J. - *Operations Management*. McGraw-Hill Editions, 2005.

SUZAKI, Kiyoshi - *Gestão de operações Lean: metodologias kaizen para a melhoria contínua*. LeanOP, 2010.

TACHIZAWA, T. e SACAICO, O. - *Organização Flexível: qualidade na gestão por processos*. Atlas, 1997.

TAVARES, Lourival - *Administração Moderna de Manutenção*. Novo Pólo Editora - New York, 1998.

XAVIER, JÚLIO NASCIF. - *Manutenção: Tipos e Tendências*. [em linha] (2005). [Consultado em 03/2011]. Disponível na internet. <URL:<http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaotiposetendencias.zip>>

WOMACK, J.; JONES, D.T; ROOS, D - *Lean Thinking*. Edição revista. Free Press, 2003.

